



3D ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΝΑΟ ΤΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΔΕΛΦΩΝ ΣΤΙΣ ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΠΕΣ

Βλάχος Απόστολος

Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες

Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών, Παν/μιο Αιγαίου

Σεπτέμβριος 2018

Επιβλέπων : Επικ. Καθ. Βοσινάκης Σπύρος (Παν/μιο Αιγαίου)

Εξεταστική Επιτροπή : Καθ. Λυριντζής Ιωάννης (Παν/μιο Αιγαίου), Καθ.

Γεωργόπουλος Ανδρέας (ΕΜΠ)

Πνευματικά Δικαιώματα

Copyright © Βλάχος Απόστολος, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του τμήματος.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Ακόμα δηλώνω ότι αυτή η γραπτή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ειδικά για τις απαιτήσεις του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στις Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες του Τμήματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

ΒΛΑΧΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ AM 43620160003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ABSTRACT	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1. ΝΑΟΣ ΤΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΣΤΟΥΣ ΔΕΛΦΟΥΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	8
2. ΝΑΟΣ ΤΟΥ ΑΜΜΩΝΑ ΔΙΑ ΣΤΗΝ ΟΑΣΗ ΣΙΒΑ	15
3. ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΠΕΣ	25
4. ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	31
5. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ RENDER	42
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΞΕΛΙΞΗ	50
ΠΗΓΕΣ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	53

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μαντείο των Δελφών είναι ένα από τα σημαντικότερα μνημεία της αρχαίας Ελλάδας. Ήταν αφιερωμένο στον θεό Απόλλωνα, η λατρεία του οποίου ήταν άμεσα συνδεδεμένη με τα ουράνια σώματα και, ειδικότερα, με τον ήλιο. Η εργασία αυτή είναι μία μελέτη για την πιθανή μορφολογία του εσωτερικού του ναού, την μελέτη του ηλιακού φωτισμού και σκίασης και την πιθανή ύπαρξη παραθύρων μέσω των οποίων θα έλαμπε ο ήλιος στο εσωτερικό του αδύτου του ναού κατά το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο και τις ισημερίες. Ακολουθεί ή ψηφιακή ανακατασκευή του ναού σε τρισδιάστατο μοντέλο για την μελέτη των παραπάνω.

ABSTRACT

The oracle of Delphi is one of the most important monuments of ancient Greece. It was dedicated to the god Apollo, whose worship was directly linked to the movement of stellar objects and, most of all, the sun. This project is a study on the possible morphology of the temple's interior, a sunlight and shadow study and the possible existence of windows, through which the sun would shine into the interior of the temple's inner sanctum during the summer and winter solstice and equinoxes. It is followed up by a digital reconstruction of the temple into a 3d model, in order to examine this possibility.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος στις Εφαρμοσμένες Αρχαιολογικές Επιστήμες του τμήματος Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ως την ελάχιστη δυνατή μνεία, οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της και ιδιαίτερα :

Τον καθηγητή κ. Λυριτζή Ιωάννη, Καθηγητή Θετικών Επιστημών - Αρχαιομετρίας, για την υποστήριξη, τις συμβουλές, ιδέες και υποδείξεις, όπως και το πολύ καλό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε, συμβάλλοντας τα μέγιστα στην εκπόνηση της εργασίας.

Τον επιβλέπων καθηγητή κ. Βοσινάκη Σπύρο, Επ. Καθηγητή Εικονικής Πραγματικότητας, για τις συμβουλές και το χρόνο που αφιέρωσε για συζητήσεις όσων αφορά την κατασκευή του μοντέλου.

Το υπόλοιπο προσωπικό του τμήματος όπως και τους συμφοιτητές μου, για τις ανταλλαγές απόψεων, τις παραγωγικές συζητήσεις και το ενδιαφέρον και την βοήθεια όποτε τους ζητήθηκε.

Τέλος, να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη που μου παρείχε και την καθημερινή τους συμπαράσταση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το μαντείο των Δελφών ήταν το πιο γνωστό μαντείο του αρχαίου κόσμου. Χτισμένο στον ομφαλό της γης, όπου σύμφωνα με τον μύθο συναντήθηκαν οι αετοί που άφησε ελεύθερους ο Δίας στην δύση και την ανατολή, ήταν αφιερωμένο στον θεό Απόλλωνα και από εκεί η Πυθία έδινε τους χρησμούς που αναζητούσαν ακόμη και βασιλείς εκτός του ελληνικού κόσμου.

Τα στοιχεία που έχουμε από τις ανασκαφές για την ιστορία των Δελφών μας δείχνουν ότι ξεκίνησαν την μυκηναϊκή εποχή ως ένα μικρό χωριό ή πόλη. Οι Πετράκος (1971) και Βαλαβάνης (2017) συμφωνούν στο ότι οι κάτοικοι λάτρευαν την θεά Γη και, πιθανώς, τον Ποσειδώνα, πριν η λατρεία του Απόλλωνα επικρατήσει στην περιοχή. Αυτό συνέβη τον 11^ο ως τον 9^ο αιώνα π.χ., όπου σύμφωνα με την μυθολογία, ο Απόλλωνας σκότωσε τον γιο της Γης, τον Πύθωνα και ο ιερός χώρος έγινε δικός του (Πετράκος, 1971).

Ο μεγάλος σεβασμός που είχαν όλοι προς το μαντείο, είχε ως αποτέλεσμα και την πολύ μεγάλη επιρροή του. Οι αρχαίοι Έλληνες συμβουλευόνταν το μαντείο και την Πυθία πριν από κάθε μεγάλο εγχείρημα τους από την κήρυξη πολέμου μέχρι και την ίδρυση αποικιών. Τα αγωνίσματα των Δελφών, τα Πύθια, εορτάζονταν αρχικά κάθε οκτώ χρόνια, ενώ στην συνέχεια κάθε τέσσερα χρόνια, με αρχή το 586 π.χ. Ήταν ξεχωριστά από τα υπόλοιπα πανελλήνια αγωνίσματα, καθώς ήταν και τα μοναδικά που περιλάμβαναν και μουσικούς αγώνες (Βαλαβάνης, 2017).

Από τις σημαντικότερες ημερομηνίες στην λατρεία του Απόλλωνος ήταν το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο. Υπήρχαν και άλλες σημαντικές ημερομηνίες, για τις οποίες έχουν γίνει διάφορες υποθέσεις και παρατίθενται παρακάτω. Για τους σκοπούς τις εργασίας επιλέχθηκαν το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο και οι ισημερίες για τις αναπαραστάσεις και την μελέτη σκιών και φωτισμού¹.

¹ Μελέτη σκιών ορίζεται ως μία μελέτη που παρουσιάζει με γραπτό κείμενο αλλά και οπτικά βοηθήματα την επίπτωση που έχουν οι σκιές από ένα αντικείμενο/κτίριο στον περιβάλλοντα χώρο, όρος που χρησιμοποιείται συνήθως σε χωροταξικές μελέτες πριν την κατασκευή ενός νέου κτιρίου.

Πίνακας 1 : Σημαντικές ημερομηνίες στην λατρεία του Απόλλωνος

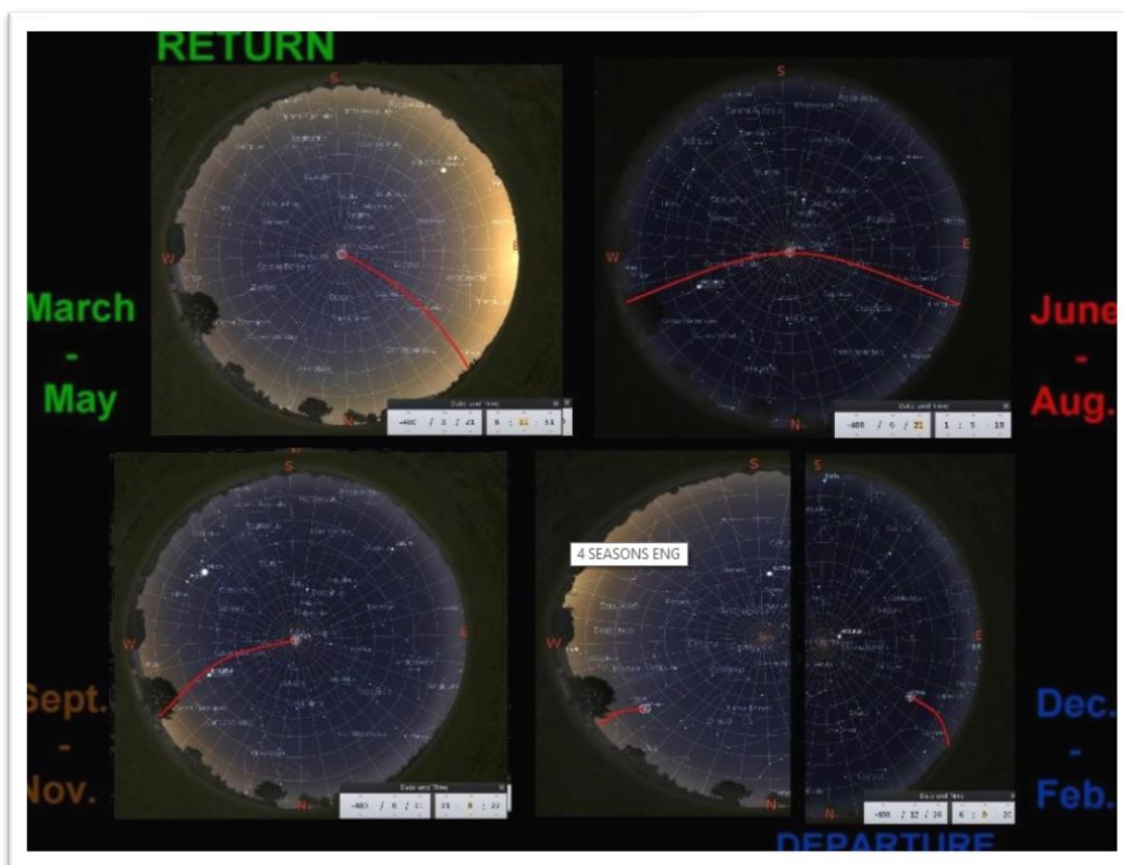
22 ^η Φεβρουαρίου	Αντιστοιχεί στην 7 ^η ημέρα του Βύσιου, τα γενέθλια του Απόλλωνα
21 ^η Μαρτίου	Εαρινή ισημερία, πιθανή ημερομηνία των Θεοφανείων, δηλαδή της επιστροφής του Απόλλωνα στους Δελφούς από τις χώρες των Υπερβόρειων.
Απρίλιος	Δελφίνια, σε ανάμνηση της μεταμόρφωσης του θεού σε δελφίни για να οδηγήσει τους Κρήτες ναυτικούς στην περιοχή και της ίδρυσης του ιερού.
Άνοιξη	Θαργήλεια, προς τιμήν της θεραπευτικής ιδιότητας του θεού.
21 ^η Μαΐου	6 ^η ημέρα του Ηρακλείου, πιθανή ημερομηνία του εορτασμού των Πυθίων.
21 ^η Ιουνίου	Θερινό ηλιοστάσιο.
22 ^η Αυγούστου	7 ^η ημέρα του Βουκάτιου, πιθανή ημερομηνία του εορτασμού των Πυθίων.
22 ^η Σεπτεμβρίου	Φθινοπωρινή ισημερία, πιθανή ημερομηνία του εορτασμού των Σεπτηρίων, σε ανάμνηση της αποχώρησης του θεού μετά την νίκη του επί του Πύθωνα.
21 ^η Δεκεμβρίου	Χειμερινό ηλιοστάσιο.

Μία σημαντική παρατήρηση που πρέπει να γίνει εδώ, είναι σχετικά με την χρησιμοδοσία στον ναό των Δελφών. Αρχικά, οι ημέρες χρησιμοδοσίας ήταν αποκλειστικά η 7^η ημέρα του Βύσιου, τα γενέθλια του Απόλλωνα. Στην συνέχεια, επεκτάθηκαν στην 7^η ημέρα κάθε μήνα, με εξαίρεση τους τρεις μήνες οπού, σύμφωνα με την λατρεία, ο Απόλλωνας έλειπε στις χώρες των Υπερβόρειων και, πιθανώς αργότερα, να γινόταν χρησιμοδοσία και περισσότερες φορές τον μήνα (Liritzis & Castro, Delphi and Cosmovision: Apollo's Absence At the Land of the Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle, 2013)

Άμεση σχέση της χρησιμοδότησης υπάρχει και με την ορατότητα των αστερισμών της Λύρας και του Κύκνου στον νυχτερινό ουρανό. Σύμφωνα με τους Λυριτζή και Castro (Liritzis & Castro, Delphi and Cosmovision: Apollo's Absence At the Land of the

Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle, 2013) οι εν λόγω αστερισμοί είναι καθαρά ορατοί από την είσοδο του ναού ή και τον οπισθόδομο, όλους τους μήνες και για σημαντικό χρονικό διάστημα, με εξαίρεση την περίοδο από περίπου το χειμερινό ηλιοστάσιο έως και την εαρινή ισημερία, όπου φαίνονται ελάχιστα και για πολύ λίγο χρόνο. Τους μήνες, δηλαδή, που έλειπε ο Απόλλωνας, οι αστερισμοί φαίνεται, λόγω τοποθεσίας και μορφολογίας του εδάφους και ορίζοντα, να ακολουθούν τον μύθο. Θα ήταν πιο δύσκολο τον χειμώνα, και λόγω καιρικών συνθηκών, να φανούν οι αστερισμοί αλλά η κίνηση τους πιθανώς ενίσχυε της ιδέα απουσίας του Απόλλωνα.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η κίνηση της Λύρας και του Κύκνου στον νυχτερινό ουρανό των Δελφών, κατά τις τέσσερις εποχές. Σημειώνονται οι πορείες των αστερισμών και φαίνεται καθαρά στο τμήμα για Δεκέμβριο έως Φεβρουάριο πως οι αστερισμοί είναι σχεδόν αόρατοι, καθώς εμφανίζονται στην άκρη του ουράνιου δίσκου, η αλλιώς κοντά στην ανατολή ή δύση.



Οι κινήσεις της Λύρας και του Κύκνου στον Δελφικό ουρανό, κατά τις 4 εποχές. (Liritzis & Castro, *Delphi and Cosmivision: Apollo's Absence At the Land of the Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle*, 2013, p. 12)

Η πορεία των αστερισμών είναι γενικώς φθίνουσα από τον Σεπτέμβριο και μετά, συγκεκριμένα την φθινοπωρινή ισημερία, όπου η Λύρα και ο Κύκνος είναι στο ή σχεδόν στο ζενίθ όταν δύσει ο ήλιος, και ορατοί μέχρι που χάνονται πίσω από τον ναό. Από εκείνη την ημέρα και μετά είναι όλο και λιγότεροι ορατοί στον ουρανό, και για λιγότερες ώρες. Στο χειμερινό ηλιοστάσιο, χάνονται για λίγα λεπτά μετά την δύση από τον ουρανό, και ξαναεμφανίζονται για λίγα λεπτά πριν την ανατολή, καθώς μετά δεν είναι δυνατόν να τους δει κανείς. Τους υπόλοιπους μήνες μέχρι και τον Μάρτιο, την εαρινή ισημερία, είναι αόρατοι στον ουρανό καθώς εμφανίζονται πολύ κοντά στην ανατολή ή δύση. Τον Μάρτιο εμφανίζονται κατά την διάρκεια της νύχτας πάνω από τις Φαιδριάδες και παραμένουν ορατοί μέχρι και την ανατολή. Από εκεί και μετά είναι διαρκώς όλο και πιο εύκολα ορατοί στον ουρανό μέχρι και την θερινή ισημερία κατά την οποία είναι ορατοί καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας (Liritzis & Castro, *Delphi and Cosmovision: Apollo's Absence At the Land of the Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle*, 2013).

Το γεγονός ότι οι αστερισμοί σταματούσαν να είναι ορατοί περίπου από το χειμερινό ηλιοστάσιο και μετά, σηματοδοτούσε και την παύση της χρησιμοδοσίας για τους χειμερινούς μήνες. Η επανεμφάνιση τους κατά την εαρινή ισημερία, αντίστοιχα, σηματοδοτούσε την επανέναρξη της χρησιμοδοσίας από το μαντείο.

Σημαντικές είναι και οι αναφορές που υπάρχουν στα αγάλματα των θεών στους ελληνικούς ναούς γενικότερα. Ο Βιτρούβιος αναφέρει για τα αγάλματα ότι συνήθως ήταν με πρόσωπο προς τα δυτικά έτσι ώστε όσοι έμπαιναν στον ναό να βλέπουν προς την ανατολή και ταυτόχρονα προς το άγαλμα (Vitruvius, *De Architectura*, IV.5). Σημειώνει βέβαια πως ανάλογα με τις συνθήκες και τον περιβάλλοντα χώρο, μπορούσαν να υπάρχουν αλλαγές στον σχεδιασμό, για παράδειγμα ο ναός να έχει προσανατολισμό έτσι ώστε να φαίνεται από αυτόν τον μεγαλύτερο μέρος της εκάστοτε πόλης. Σύμφωνα με τους Λυριτζή και Βασιλείου (Liritzis & Vassiliou, *Astronomical Orientations of Ancient Temples at Rhodes and Attica with a Tentative Interpretation*, 2002) ο Αισχύλος αναφέρει ότι τα αγάλματα ήταν «θεοί που κοιτούσαν την ανατολή... με λαμπερά μάτια» (*Αγαμέμνων*, 519-20).

Η υπόθεση που εξετάζεται στην εργασία συνδυάζει τα παραπάνω στοιχεία. Ο Απόλλωνας έλειπε τους χειμερινούς μήνες από το μαντείο αλλά η ανάγκη για χρησιμοδοσία δεν έπαυε να υπάρχει. Με δεδομένο ότι υπήρχε άγαλμα του Απόλλωνα,

σύμφωνα με τον Πausανία, και κοιτούσε προς την ανατολή, ή αλλιώς, έλαμπε το πρόσωπο του κατά την ανατολή, σύμφωνα με τον Αισχύλο, εξετάζεται αν ήταν δυνατόν ο ναός να είχε παράθυρα σε ορισμένα σημεία του ανατολικού τοίχου, έτσι ώστε το πρόσωπο του αγάλματος να φωτίζεται συγκεκριμένες ημέρες και ώρες, και ειδικότερα το χειμερινό ηλιοστάσιο και την εαρινή ισημερία, λόγω της σημασίας της αναχώρησης και επιστροφής του Απόλλωνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΝΑΟΣ ΤΟΥ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΣΤΟΥΣ ΔΕΛΦΟΥΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

1.1 Αρχιτεκτονική αρχαιοελληνικών ναών

Στην αρχαιοελληνική αρχιτεκτονική, όλοι οι ναοί έχουν την ίδια γενική δομή. Ο σηκός, το κυρίως κτίσμα του ναού, περιβάλλεται από κίονες, ο αριθμός και η μορφή των οποίων προσδιορίζει και τον ρυθμό του ναού. Η σειρά των κίωνων ονομάζεται περίστασις ή πτερόν και ο ναός περιγράφεται ως περίπτερος. Στην περίπτωση που είναι παραπάνω από μια σειρά, ονομάζεται δίπτερος. Ο διάδρομος ανάμεσα στους κίονες και τον σηκό ονομάζεται πτέρωμα. Ο σηκός έχει πάντα είσοδο στην ανατολική μικρή πλευρά του, ενώ γενικά είναι κλειστός χώρος, χωρίς παράθυρα. Σε αρκετές περιπτώσεις, πριν τον σηκό υπάρχει και ένας μικρός πρόναος, ενώ στην δυτική πλευρά ο οπισθόδομος, ο οποίος είναι μόνο προσβάσιμος εξωτερικά. Σε κάποιες περιπτώσεις, ο σηκός χωρίζεται ακόμα παραπάνω, με ένα πρόσθετο δωμάτιο, το άδυτον, όπου απομονωνόταν περαιτέρω το λατρευτικό άγαλμα και ήταν προσβάσιμο μόνο στους ιερείς. Ο σηκός μπορεί να έχει και εσωτερικά κιονοστοιχίες στις πλευρές του.

1.2 Κατασκευή του ναού

Όπως αναφέρει ο Πετράκος (1971), ο πρώτος ναός του Απόλλωνα που χτίστηκε στους Δελφούς, λέγεται να ήταν μια καλύβα από κλαδιά δάφνης ή με σκεπή από κλαδιά. Ο δεύτερος ναός κατασκευάστηκε από κερί μελισσών και φτερά, ενώ ο τρίτος από χαλκό. Ο τέταρτος ναός εικάζεται πως ήταν ο πώρινος ναός, κατασκευασμένος από τον Τροφώνιο και τον Αγαμήδη, που καταστράφηκε από πυρκαγιά το 548 π.χ. Στην συνέχεια για την ανοικοδόμηση ακολούθησε πανελλήνιος έρανος, όπου εν τέλει προσέφεραν χρήματα και ξένοι ηγεμόνες. Την κατασκευή του ανέλαβαν οι, εξόριστοι από τον Πεισίστρατο, Αλκμεωνίδες, οι οποίοι πιθανώς ανέθεσαν τον γλυπτό διάκοσμο στον Αντήνορα. Με την μορφή που τον γνωρίζουμε και σήμερα, ο ναός ενώ παραδόθηκε περίπου το 510 π.χ., καταστράφηκε και πάλι το 373 π.χ. από σεισμό.

Ακολούθησε ακόμη ένας πανελλήνιος έρανος και, το 330 π.χ., έχοντας καθυστερήσει λόγω του τρίτου ιερού πολέμου, έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή στην ίδια μορφή με τον προηγούμενο, του οποίου αρχιτέκτονες ήταν ο Σπίνθαρος ο Κορίνθιος, ο Αγάθων και ο Ξενόδωρος. Τα μαρμάρινα αετώματα τα φιλοτέχνησαν οι γλύπτες Πραξίας και Ανδροσθένης.

1.3 Περιγραφές

Η εξωτερική περιγραφή του ναού του Απόλλωνα στους Δελφούς είναι γενικά κοινή σε όλες τις πηγές. Είναι δωρικός περίπτερος, με πρόδομο και οπισθόδομο δίστηλους εν παραστάσι, δηλαδή με 2 κίονες στις εισόδους. Τα μαρμάρινα αετώματα παρίσταναν, κατά τον Πausανία, την επιφάνεια του Απόλλωνα, δηλαδή την άφιξη του θεού στους Δελφούς το ανατολικό, ενώ το δυτικό τον Διόνυσο ανάμεσα στις Μαινάδες και την δύση του Ηλίου. Στις μετόπες του ναού που δεν είχαν παραστάσεις, υπήρχαν Περσικές και Γαλατικές ασπίδες, από την μάχη του Μαραθώνα και την επιδρομή των Γαλατών το 279 π.χ. αντιστοίχως (Πετράκος, 1971) (Βαλαβάνης, 2017).

Για το εσωτερικό του ναού δεν υπάρχουν τόσο πολλές πληροφορίες. Όσα γνωρίζουμε είναι κυρίως από τις περιγραφές του Πausανία, όπου στο έργο του «Ελλάδος Περιήγηση», του 2^{ου} αιώνα π.χ. το οποίο αποτελείται από δέκα βιβλία, αφιερώνει 38 κεφάλαια αποκλειστικά στους Δελφούς. Μας δίνει λεπτομερείς περιγραφές ειδικά για τις τέχνες και την αρχιτεκτονική αλλά και για την ιστορία και την μυθολογία γύρω από τον χώρο.

Ο σηκός, σύμφωνα με τον Πausανία, ήταν χωρισμένος σε δύο τμήματα, δηλαδή υπήρχε και άδυτο στον ναό. Στους τοίχους του πρόναου γνωρίζουμε ότι υπήρχαν χαραγμένα τα Δελφικά παραγγέλματα, ρητά των Επτά Σοφών όπως «Μηδέν Ἄγαν», «Γνώθι Σαυτόν», στους τοίχους του πρόναου, μαζί με το γράμμα *E* το οποίο ακόμη και σήμερα δεν είναι σίγουρο τι συμβολίζει. Ο Πλούταρχος το πραγματεύτηκε αρκετά, χωρίς όμως να μπορέσει να δώσει κάποια ερμηνεία. Εκεί λέγεται πως βρισκόταν και μια χάλκινη γλυπτή εικόνα του Ομήρου, με χαραγμένο έναν χρησμό που λέγεται ότι είχε δώσει η Πυθία στον ποιητή. Στον κυρίως σηκό υπήρχαν ένας ναός του Ποσειδώνα, αγάλματα των δυο Μοιρών, του Δία Μοιραγέτου και του Απόλλωνος Μοιραγέτου καθώς και ο σιδερένιος θρόνος όπου καθόταν ο Πίνδαρος όταν επισκεπτόταν τους

Δελφούς. Εκεί υπήρχε και η εστία επάνω στην οποία λέγεται ότι σκοτώθηκε ο Νεοπτόλεμος, ο γιος του Αχιλλέα και της Δηιδάμειας, από τον ιερέα του Απόλλωνα (Πετράκος, 1971).

Στο άδυτο του ναού, όπου ο Πausanias μας περιγράφει ότι λίγα άτομα επιτρεπόταν να μπαίνουν, βρισκόταν ο ομφαλός, καθώς και ένα χρυσό άγαλμα του Απόλλωνα : «ἐς δὲ τοῦ ναοῦ τὸ ἐσωτάτω, παρίασί τε ἐς αὐτὸ ὀλίγοι καὶ χρυσοῦν Ἀπόλλωνος ἕτερον ἄγαλμα ἀνάκειται» (Πausanias).

1.4 Διαστάσεις και υλικά

Ο ναός είναι περίπου 58,2 μέτρα σε μήκος και 21,7 σε πλάτος. Είχε 15 κίονες στις μεγάλες πλευρές και 6 στις μικρές. Οι κίονες ήταν περίπου 10,7 μέτρα σε ύψος με διάμετρο 1,6 μέτρα στη βάση τους. Ο ναός κατασκευάστηκε από πορώλιθο, που επικαλύφθηκε με μαρμαρόσκονη στη περίπτωση των κιόνων και του θριγκού, και σκούρη γκρίζα πέτρα από τον Παρνασσό για τον υπόλοιπο ναό. Το επιστύλιο πιθανώς ήταν κατασκευασμένο από ξύλινες δοκούς για να στηρίζει την υπόλοιπη οροφή, η οποία μάλλον ήταν μαρμάρινη ή ίσως και επικαλυμμένη με μαρμαρόσκονη όπως και οι κίονες. (Πετράκος, 1971)

1.5 Κατόψεις

Η γενική κάτοψη του αρχαιολογικού χώρου των Δελφών που παρατίθεται παρακάτω, στην εικόνα 1, είναι αυτή στην οποία βασίζεται η ψηφιακή ανακατασκευή του ναού. Η κάτοψη είναι από το βιβλίο Δελφοί (1971), του Β. Πετράκου. Ακολουθεί και η μεγέθυνση του τμήματος που μας δίνει την κάτοψη του ναού στην εικόνα 2. Η εν λόγω κάτοψη είναι αρχικά των Rouilloux και Roux.

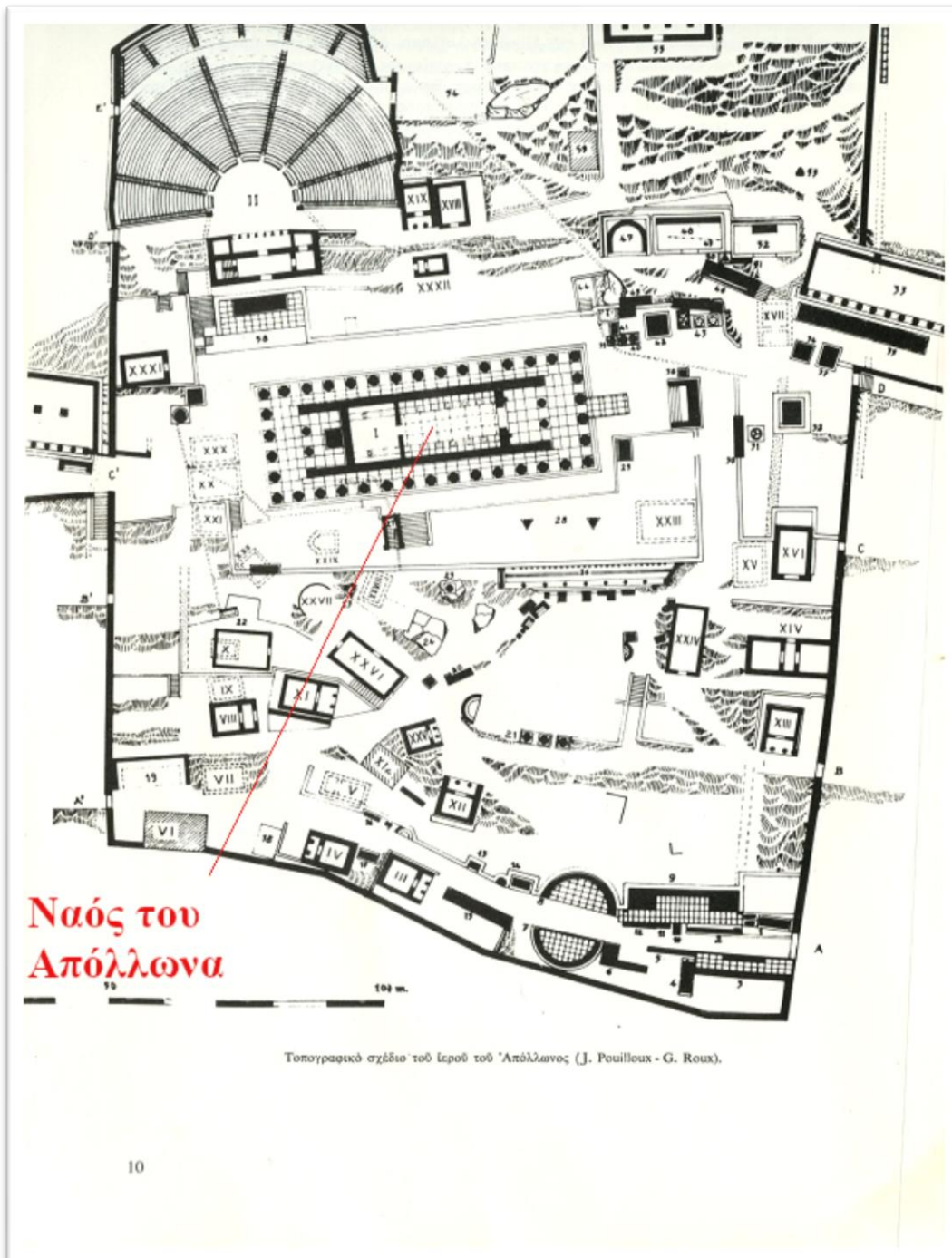
Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι υπάρχουν και άλλες διαφορετικές κατόψεις, που επίσης παρατίθενται παρακάτω στις εικόνες 3 και 4. Η κάτοψη 4 συγκεκριμένα είναι και πάλι του Roux. Οι κατόψεις εξετάστηκαν αλλά τελικώς δεν χρησιμοποιήθηκαν για τις αναπαραστάσεις για τους παρακάτω λόγους.

Οι κατόψεις των εικόνων 3 και 4 κατ' αρχάς δεν συνυπολογίζουν τις αναφορές για το άδυτον. Αποτέλεσμα αυτού είναι να εκτείνονται παραπάνω στον χώρο οι εσωτερικές

κιονοστοιχίες και κατά συνέπεια δεν συμφωνούν στον αριθμό των κίωνων με την κάτοψη 2 αλλά ούτε και μεταξύ τους. Στις δύο έχουμε 8 στην βόρεια - βορειοανατολική πλευρά και σε μία εκ των δύο, 6 στην νότια – νοτιοανατολική πλευρά ενώ 8 στην άλλη κάτοψη. Στην κάτοψη που χρησιμοποιήθηκε έχουμε 7 κίονες και στις δύο πλευρές του σηκού. Οι κιονοστοιχίες φαίνεται να συνεχίζουν και στο εσωτερικό του αδύτου στην κάτοψη, πιθανώς ανεβάζοντας το σύνολο των κίωνων στους 8 ή και 9, χωρίς όμως να το γνωρίζουμε σίγουρα, καθώς θα μπορούσαν να είναι και βάσεις αγαλμάτων. Σε κάθε περίπτωση όμως δεν αλλάζει κάτι για την τοποθέτηση των παραθύρων και το φως του ήλιου σε σχέση με το άγαλμα, καθώς αυτό θα βρισκόταν πολύ κοντά στον νότιο – νοτιοανατολικό τοίχο και οι κίονες έχουν σημαντική απόσταση από τους πλευρικούς τοίχους.

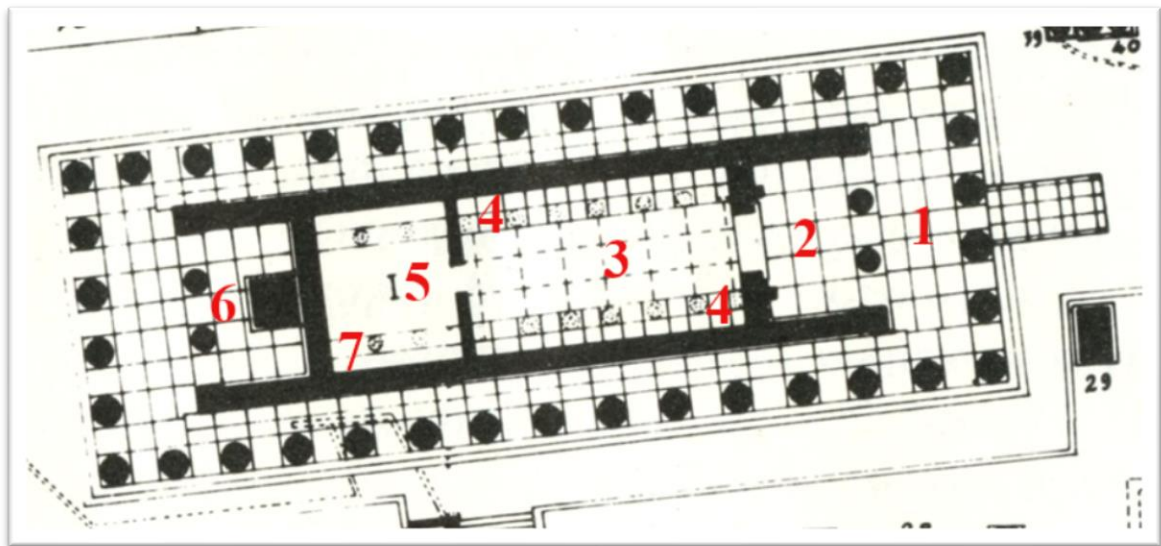
Ένα ακόμα πρόβλημα που παρουσιάζεται στις περιπτώσεις των δύο κατόψεων 3 και 4 είναι η θέση του αγάλματος. Στη περίπτωση της κάτοψης στην εικόνα 4, αν υπήρχε το άγαλμα στο χώρο με την συγκεκριμένη χωροταξία, θα μπορούσε μόνο να βρισκόταν κάπου εσωτερικά της νότιας - νοτιοανατολικής κιονοστοιχίας καθώς οι κίονες φαίνεται να βρίσκονται πάρα πολύ κοντά στους πλευρικούς τοίχους. Εκτός αυτού στην κάτοψη 4 ήδη ορίζεται ο χώρος του ιερού. Το πρόβλημα λοιπόν παρουσιάζεται στην συνέχεια στον φωτισμό και την σκίαση. Με την συγκεκριμένη τοποθέτηση των κίωνων, είναι πολύ δύσκολο το φως κατά την ανατολή του ηλίου να βρεθεί στην κατάλληλη γωνία, για να εισέλθει στο χώρο ανάμεσα σε όλους τους κίονες που τον περιβάλλουν, χωρίς να δημιουργήσει απλώς σκιά. Στην περίπτωση της κάτοψης στην εικόνα 3, θα ήταν εύκολο να υπήρχε το άγαλμα στον χώρο που έχει απομονωθεί για το ιερό.

Δεχόμενοι ως δεδομένο όμως ότι το άδυτο ήταν ξεχωριστός χώρος από τον υπόλοιπο σηκό, ακολουθήθηκε τελικά η κάτοψη της εικόνας 2.

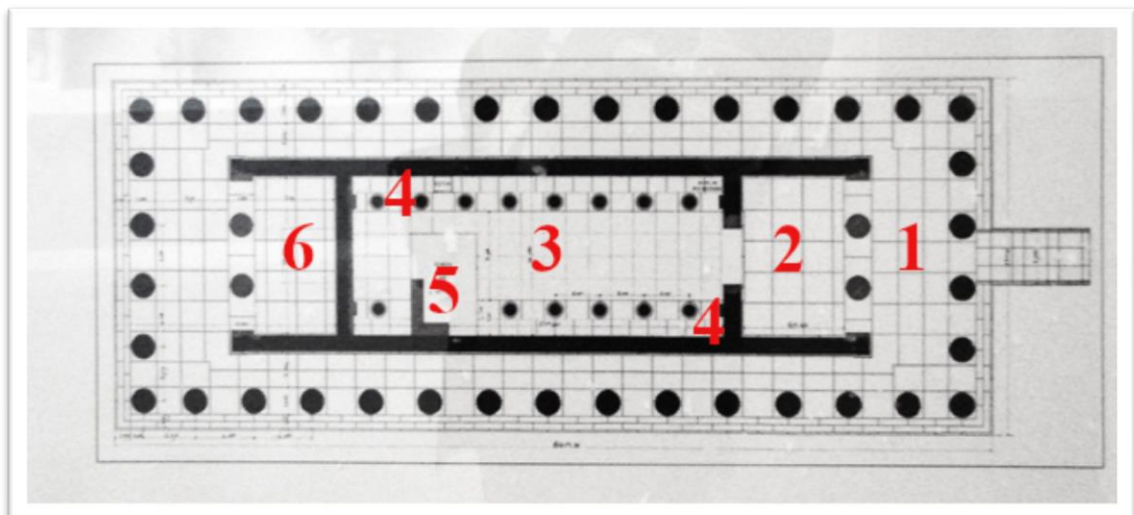


Εικόνα 1 : Γενική κάτοψη του αρχαιολογικού χώρου των Δελφών.

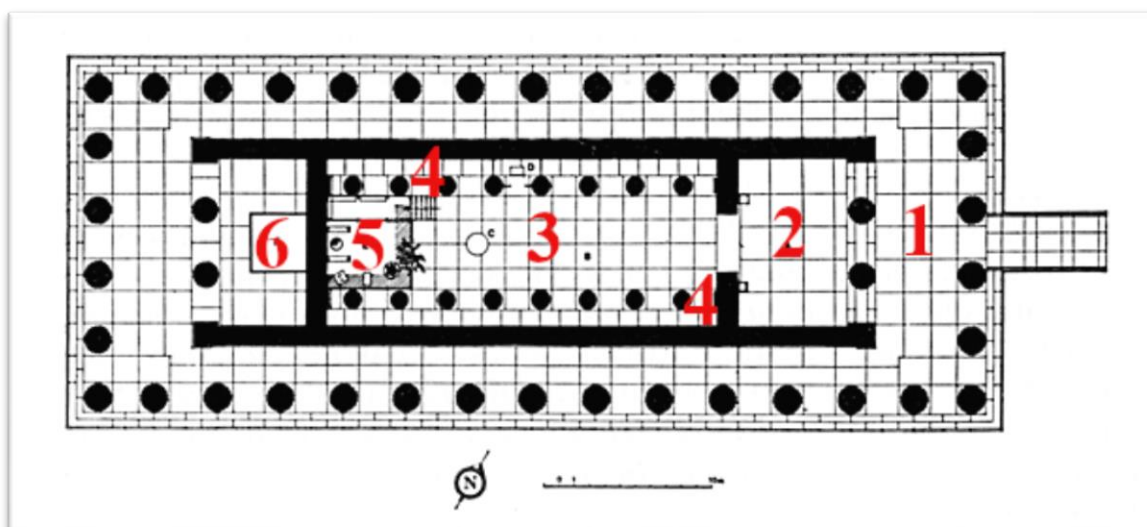
Στις παρακάτω εικόνες σημειώνονται (1) η είσοδος, (2) ο πρόναος, (3) ο κυρίως σηκός, (4) οι εσωτερικές κιονοστοιχίες, (5) το άδυτο, (6) ο οπισθόδομος και (7) η θέση που προτείνεται ως πιθανή τοποθέτηση του αγάλματος. Στο άδυτο (5) θα βρισκόταν το άγαλμα του Απόλλωνα, ο τρίποδας όπου καθόταν η Πυθία, καθώς και ο ομφαλός.



Εικόνα 2 : Κάτοψη του ναού του Απόλλωνα, μεγέθυνση τμήματος της ολικής κάτοψης της εικόνας 1.



Εικόνα 3 Κάτοψη στο Αρχαιολογικό Μουσείο Δελφών



Εικόνα 4 Κάτοψη σύμφωνα με τον Roux, 1976

Στις κατόψεις 3 και 4, η θέση του αγάλματος δεν υποδεικνύεται καθώς θα βρισκόταν στο άδυτο, στην θέση 5. Στην κάτοψη 4 του Roux, σημειώνεται στην κάτω αριστερή άκρη του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΝΑΟΣ ΤΟΥ ΑΜΜΩΝΑ ΔΙΑ ΣΤΗΝ ΟΑΣΗ ΣΙΒΑ

Ένα άγνωστο στοιχείο για τους περισσότερους αρχαιοελληνικούς ναούς της εποχής είναι η ύπαρξη, ο σχεδιασμός και η μορφή παραθύρων, καθώς δεν σώζονται αρκετά ψηλά τμήματα για να βγάλουμε συμπεράσματα. Ένας ναός που μπορεί να μας παρέχει μερικά στοιχεία σχετικά με τα παράθυρα, είναι ο ναός του Άμμωνα Δια στην όαση του Σίβα στην Αίγυπτο.

2.1 Κατασκευή ναού και ιστορικά στοιχεία

Σύμφωνα με την Kathryn Bard (Bard, 1999), η όαση πιθανόν να κατοικήθηκε περίπου την 10^η χιλιετία π.Χ. Ο ναός κατασκευάστηκε αρχικά, ως ναός του Άμμων, από την 30^η δυναστεία² στην ήδη κατοικημένη όαση, καθώς ήταν από τις λίγες πηγές νερού για αρκετά μεγάλη απόσταση στην γύρω περιοχή. Ο ναός ήταν αρχικά του Άμμων ή Άμμων Ρα, μία αιγυπτιακή θεότητα που ήταν ξεκίνησε ως τοπικός θεός των Θηβών της Αιγύπτου. Στην συνέχεια ταυτίστηκε με τον θεό του ηλίου Ρα της Ηλιούπολης. Οι ιερείς του Άμμωνα είχαν και αυτοί πολύ μεγάλη επιρροή, σε βαθμό που ο επικεφαλής τους να θεωρείται σχεδόν ισότιμος του Φαραώ. Ο συγκεκριμένος ναός ήταν ο δεύτερος πιο σημαντικός ναός του Άμμωνα μετά τον ναό του Καρνάκ.

Οι πρώτοι αρχαίοι Έλληνες άποικοι της Κυρήνης ήρθαν σε επαφή με τον ναό τον 7^ο αιώνα, ενώ το μαντείο έγινε γνωστό στον αρχαιοελληνικό κόσμο ως Αμμώνιον. Η πιο γνωστή αναφορά στον ναό είναι σχετικά με την επίσκεψη του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην όαση, κατά την διάρκεια της εκστρατείας του. Σύμφωνα με τους ιστορικούς που είχε μαζί του, εκεί επιβεβαιώθηκε η θεϊκή του υπόσταση και ανακηρύχθηκε από τους ιερείς Φαραώ της Αιγύπτου (Lane Fox, 2004). Ακόμη μία σημαντική αναφορά στον ναό γίνεται από την Ηρόδοτο, όπου ο Καμβύσης Α΄ της Περσίας έστειλε πενήντα χιλιάδες στρατιώτες στην Σίβα. Ο στρατός αυτός, σύμφωνα με τον μύθο, χάθηκε σε

² Χρονικά υπολογίζεται από το 380 π.Χ. και την ανατροπή του Νεφερίτη Β΄ από τον Νεκτανεβώ μέχρι και την εισβολή της Αιγύπτου από τον Αρταξέρξη Γ΄ των Αχαιμενιδών το 343 π.Χ. (Grimal, 1994)

μία μεγάλη αμμοθύελλα πριν φτάσει στη όαση. Στοιχεία που να αποδεικνύουν την ύπαρξη του στρατού δεν έχουν βρεθεί ακόμη και σήμερα.

Η λατρεία του Άμμωνα επηρέασε πολύ τον αρχαιοελληνικό κόσμο, καθώς ο θεός συσχετίστηκε άμεσα με τον Δία και λατρευόταν ως Άμμων Δίας, ακόμα και πριν επισκεφτεί την όαση ο Μέγας Αλέξανδρος. Ο Ηρόδοτος αναφέρει το μαντείο της Σίβα, ενώ υπήρχε ναός του Άμμωνα Δια στην Θήβα και ένα άγαλμα, το δώρο του Πίνδαρου, όπως και ένας ναός στην Σπάρτη (Παυσανίας,), ενώ στην Άφυτο της Χαλκιδικής λατρευόταν από περίπου το 395.

Ο ναός υπέστη σημαντικές αλλαγές στην πάροδο του χρόνου, και από φυσικά αίτια καθώς και από ανθρώπινη επιρροή. Όπως σώζεται σήμερα, έχει υποστεί σημαντικές ζημιές, αφού ο βράχος πάνω στον οποίο είναι χτισμένος έχει μεγάλες ρωγμές και είναι γνωστό ότι στο παρελθόν ήταν πολύ μεγαλύτερος, πιθανό δείγμα σεισμικής δραστηριότητας στην περιοχή. Ο ναός πιθανώς υπέστη μετατροπές μέσα στο χρόνο από τον εκάστοτε πολιτισμό που επηρέαζε την γενική περιοχή της Αιγύπτου. Ένα παράδειγμα που αναφέρεται είναι ότι προστέθηκε τοίχος πάνω στον οποίο χτίστηκαν μικρότεροι, Δωρικού τύπου, πτυχωτοί κίονες κατά την Πτολεμαϊκή περίοδο (Bard, 1999).

2.2 Αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με την Kathryn Bard (Bard, 1999), η γενική κατασκευή του ναού έχει Αιγυπτιακά και Ελληνικά χαρακτηριστικά, κάτι που φανερώνει την πιθανή ύπαρξη Ελλήνων εργατών κατά την κατασκευή. Ο ναός είναι κατασκευασμένος από τον τοπικό πορόλιθο και η συνολική μορφή του δεν συναντάται κάπου αλλού στην Αίγυπτο. Ειδικότερα, η αναθύρωση, μία κατασκευαστική τεχνική για την βελτίωση των ενώσεων σε μεγάλα κτίσματα κατά την αρχαιότητα, όπως και η σμίλη που φαίνεται πως χρησιμοποιήθηκε (claw chisel – σμίλη νύχι) για την κατασκευή του, ήταν χαρακτηριστικά ελληνικής τεχνοτροπίας. Η είσοδος του ναού είναι χτισμένη προς τον Νότο ενώ το κτίριο έχει Βόρειο-Βορειοδυτικό προσανατολισμό και είναι περίπου 22 μέτρα μήκος και 14 πλάτος. Υπάρχουν στοιχεία ότι ίσως ο ναός να είχε και δεύτερο όροφο, για τον οποίο όμως δεν είναι ξεκάθαρο το πως ήταν προσβάσιμος. Η Bard πιθανολογεί πως ίσως να υπήρχε εσωτερικά ξύλινη σκάλα και ο χώρος να ήταν κρυφός, προσβάσιμος μόνο στους ιερείς.



Εικόνα 5: Κάτοψη του αρχαιολογικού χώρου της Σίβα. Διακρίνεται ο ναός του Άμμωνα.

2.3 Παράθυρα

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την συγκεκριμένη μελέτη έχει το γεγονός ότι, με βάση τα στοιχεία που παραθέτει η Bard (1999), ο ναός έχει στον δυτικό και ανατολικό τοίχο όμοια παράθυρα, τα οποία βρίσκονται σε σημείο όπου το φως να μπορεί να εισέλθει προς το κέντρο του ιερού, κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο, ενώ αναφέρει ότι οι αναπαραστάσεις δίπλα στα παράθυρα είναι των Τεφνούτ και Όνουρις, κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία.

Η Τεφνούτ, στην αιγυπτιακή Ηλιοπουλίτικη Εννεάδα, ήταν κόρη του Ρα ή του Ατούμ και θεότητα της δροσιάς ή και της βροχής, η οποία ήταν δίδυμη αδελφή του Σου, τον οποίο βοηθούσε να κρατά τον ουρανό και μαζί με τον οποίο υποδεχόταν κάθε πρωί τον ήλιο όταν αυτός ανέτειλε πίσω από τα ανατολικά βουνά. Η Τεφνούτ, σύμφωνα με την μυθολογία, έφυγε από την Αίγυπτο και πήγε στην Νουβία, από όπου τελικά την έφερε πίσω ο θεός Θωθ (Hart, 2005).

Ο Όνουρις ήταν γιος του Ρα και θεός του πολέμου, και εξισωνόταν με τον Άρη στην Ελληνική μυθολογία. Σύμφωνα με την Αιγυπτιακή μυθολογία, έφερε την γυναίκα του Μεχίτ πίσω από την Νουβία (Hart, 2005).

Η μυθολογία σχετικά με τις δύο θεότητες δείχνει έναν συσχετισμό με τον ελληνικό χώρο και ειδικά τον Απόλλωνα και την αποχώρηση του στην χώρα των Υπερβορείων. Η χρήση των παραθύρων για μνημόνευση της απουσίας των θεών στη Νουβία είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, καθώς θεωρείται πως στους Δελφούς το άγαλμα του θεού έλαμπε χρυσό όταν έλειπε ο Απόλλωνας στην χώρα των Υπερβορείων, και συγκεκριμένα στο χειμερινό ηλιοστάσιο.

Το σχήμα των παραθύρων όπως θα φανεί και παρακάτω, δεν είναι κάτι σταθερό. Είναι γενικώς παραλληλόγραμμα, αλλά κάποια εκτείνονται παραπάνω σε ύψος ενώ άλλα σε πλάτος. Στην περιοχή της όασης, στους οικισμούς, υπάρχουν ακόμη και σήμερα παράθυρα που έχουν ένα τριγωνικό σχήμα, σε θέση που να εξυπηρετεί την κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό πέραν του φωτισμού.

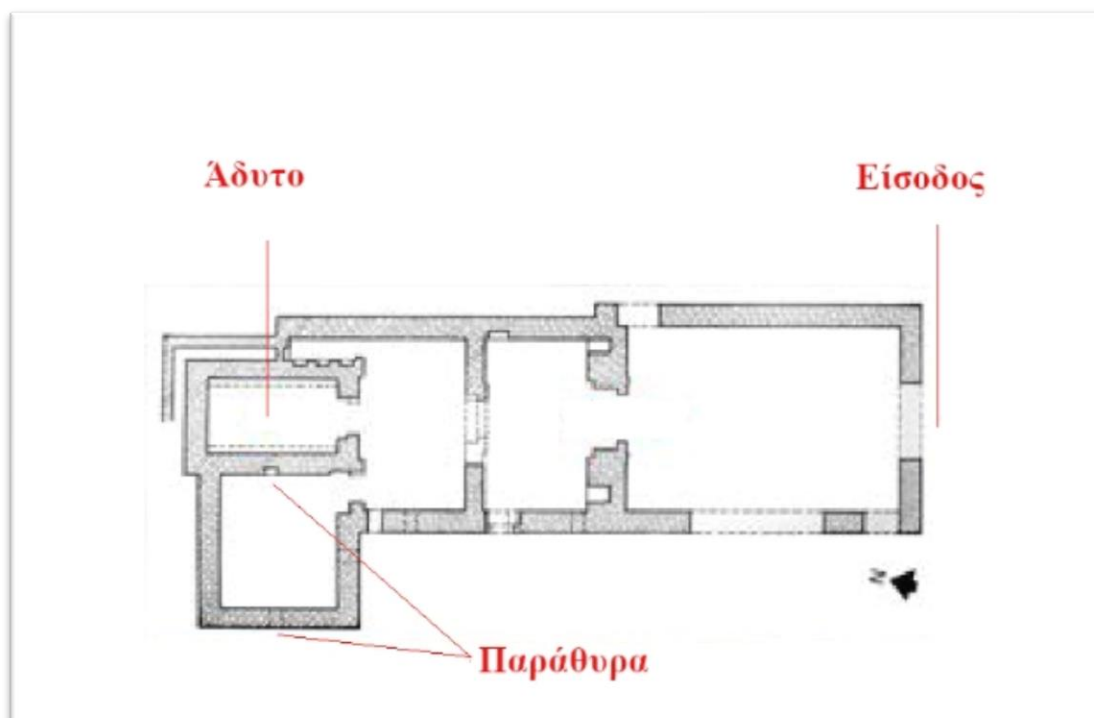


Εικόνα 6 : Ναός του Άμμων στην όαση της Σίβα από νοτιοανατολικά (Google Images, n.d.).

2.4 Μελέτες των Donaldson και Iwata στον ναό του Άμμωνα

Οι ερευνητές Dustin T. Donaldson και Robynn Itawa ασχολούνται τα τελευταία 9 χρόνια με διάφορες μελέτες στην Αίγυπτο, μία εκ των οποίων είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για την εργασία. Συγκεκριμένα, ήταν αυτοί που διαπίστωσαν ιδιαιτερότητες του ναού και των παραθύρων του κατά τις ισημερίες. Οι μελέτες τους συνεχίζονται ακόμη και σήμερα, οπότε παρουσιάζονται εδώ μόνο τα δεδομένα που υπάρχουν μέχρι στιγμής. Οι παρακάτω πληροφορίες και το φωτογραφικό υλικό παρουσιάζονται στην ιστοσελίδα τους *The Source in the Sahara* (Donaldson & Itawa, 2008-2018).

Αρχικά, παρατίθεται μία κάτοψη του ναού στην Σίβα.



Εικόνα 7:Κάτοψη του ναού του Άμμωνα. (Donaldson & Itawa, 2008-2018)

Στην κάτοψη σημειώνονται συγκεκριμένα η είσοδος, το άδυτο και τα 2 παράθυρα που μας ενδιαφέρουν στην προκειμένη περίπτωση.

Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι από το εσωτερικό του άδυτου, κατά την διάρκεια της εαρινής ισημερίας, ο ήλιος φωτίζει τον χώρο, όπως και κατά την φθινοπωρινή ισημερία. Με άλλα λόγια, 2 ημέρες τον χρόνο, το άγαλμα που λέγεται πως βρισκόταν στο εσωτερικό του αδύτου, φωτιζόταν από τον ήλιο και αποκαλύπτε των Άμμωνα, ο οποίος αποκαλούταν και «ο κρυμμένος». Μετά από τις μελέτες ενός πλήρους έτους, παρατήρησαν ότι ο ήλιος δεν φτάνει στο άδυτο ακριβώς τις ημέρες των ισημεριών, αλλά περίπου 12 ημέρες πριν το εαρινό και 12 ημέρες μετά το φθινοπωρινό. Το συγκεκριμένο ερώτημα δεν έχει απαντηθεί ακόμη, αλλά οι θεωρίες τους θα δημοσιευτούν μελλοντικά. (Donaldson & Itawa, 2008-2018)

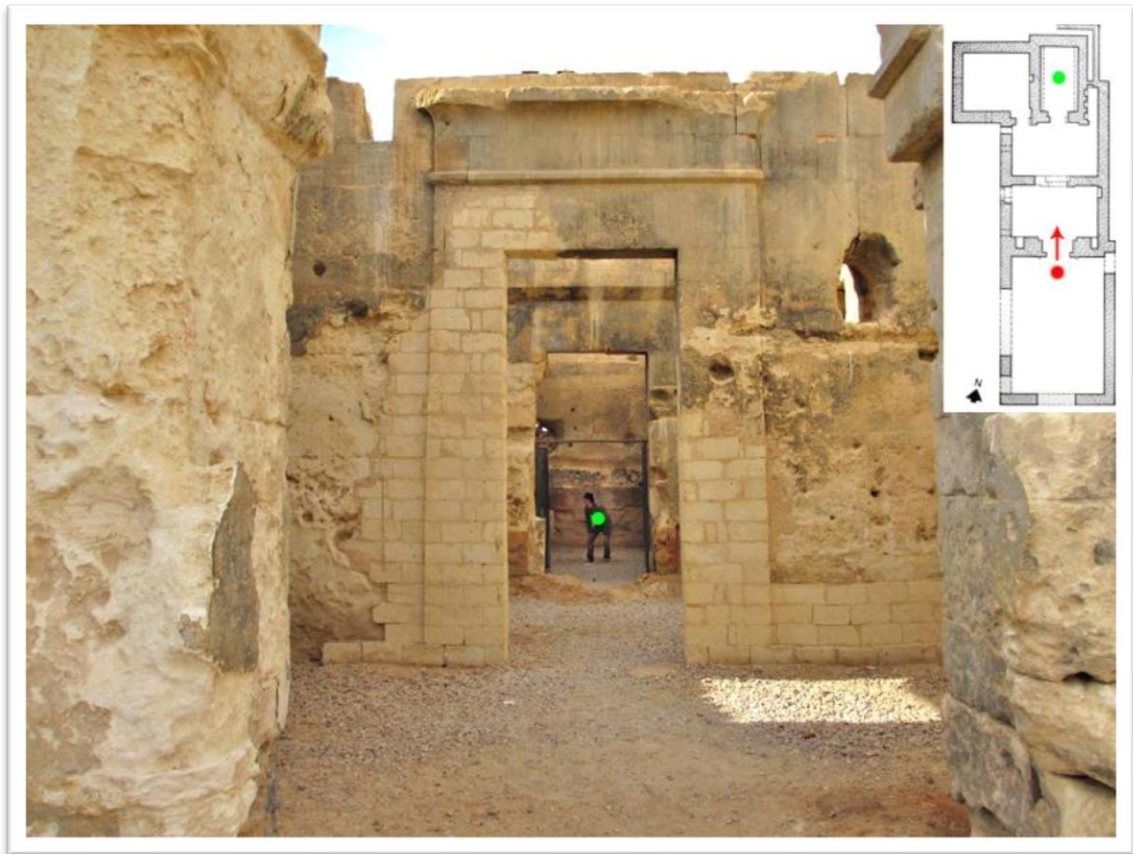
Παρακάτω φαίνεται μία φωτογραφία του ναού του Άμμωνα στην Σίβα από δυτικά, όπου ο Donaldson σημειώνει με κόκκινο τον ναό όπως βρίσκεται επάνω στον βράχο Aghurmi και με άσπρο το παράθυρο.



Εικόνα 8: Δυτική άποψη του ναού του Αμμωνα με κόκκινο και του παραθύρου με άσπρο. (Donaldson & Itawa, 2008-2018)

Στην συνέχεια, οι Donaldson και Itawa προχώρησαν στο εσωτερικό του ναού. Στην παρακάτω φωτογραφία σημειώνονται στην κάτω δεξιά με κόκκινο η θέση λήψης της φωτογραφίας και με πράσινο η θέση του Donaldson όπως και στην φωτογραφία. Η θέση που βρίσκεται είναι στο άδυτο του ναού όπου οι μάντιες άκουγαν τους επισκέπτες πριν δώσουν τον χρησμό.

Να σημειωθεί εδώ ότι τα δωμάτια αυτά, στους αρχαίους χρόνους, θα ήταν εντελώς σκοτεινά, αφού το κτίσμα είχε οροφή. Ο μοναδικός φωτισμός τους θα ήταν από τον υπόλοιπο φωτισμό του ναού ή τεχνητός.

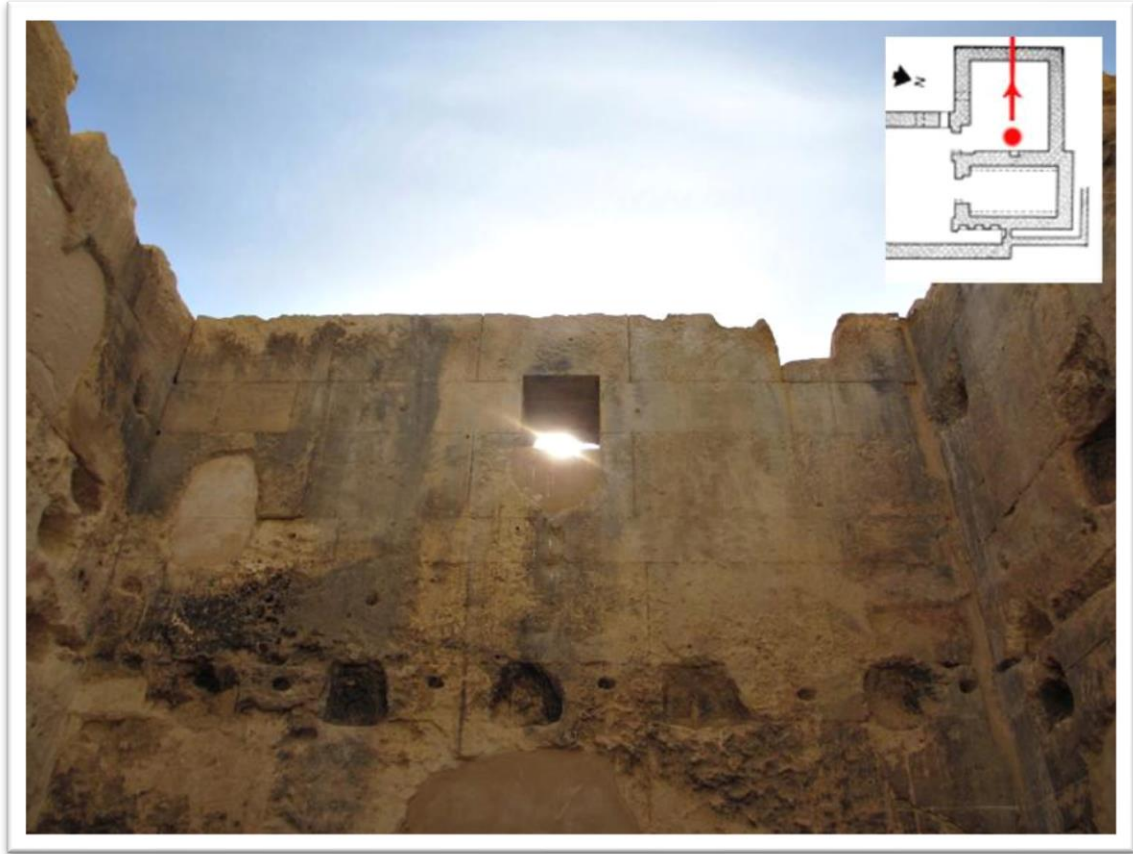


Εικόνα 9: Ο Donaldson στο εσωτερικό του ναού. Στα δεξιά με κόκκινο η θέση φωτογράφισης και με πράσινο η θέση του Donaldson. (Donaldson & Itawa, 2008-2018)

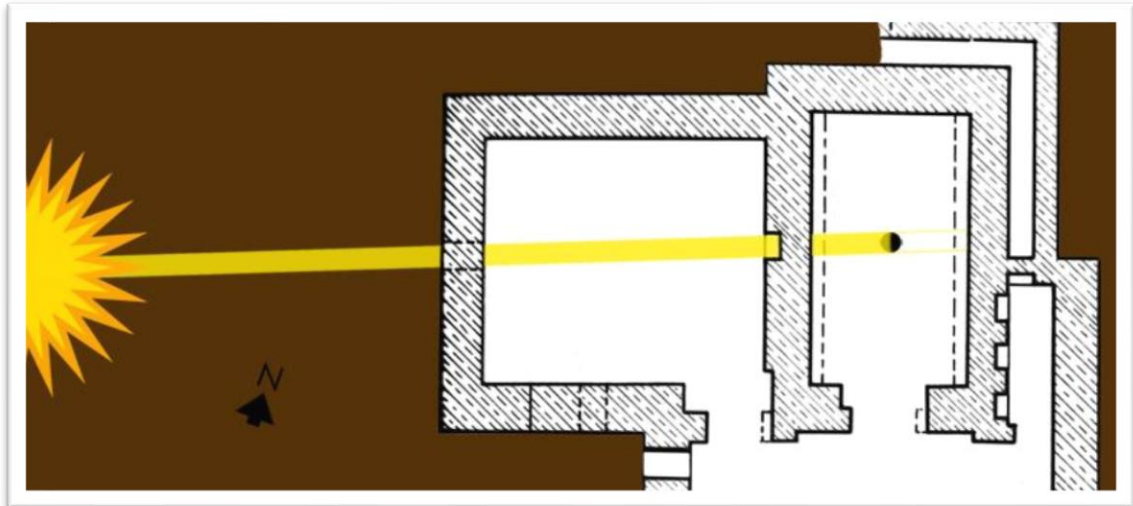
Οι ερευνητές μετά φωτογράφησαν το εξωτερικό παράθυρο από το δωμάτιο δίπλα στο άδυτο. Βλέπουμε ποσό μικρό είναι και σε ύψος 4.4 μέτρων³, που ο ηλιακός δίσκος θα το γεμίσει πλήρως, καθώς βρίσκεται υπό γωνία. Αμέσως μετά βλέπουμε και τον Donaldson μέσα στο ίδιο δωμάτιο, όπου φαίνεται και το φως του ηλίου να φωτίζει τον τοίχο του αδύτου σε ένα μικρό τετράγωνο δίπλα ακριβώς από το εσωτερικό παράθυρο, το οποίο είναι περίπου 61 εκατοστά σε πλάτος και βρίσκεται περίπου 2 μέτρα από το έδαφος. Η φωτογραφία όπως αναφέρει και ο ίδιος, είναι στις 22 Μαρτίου το 2014. Αναφέρει επίσης ότι το φωτεινό τετράγωνο πέρασε ακριβώς μέσα από το εσωτερικό παράθυρο 13 ημέρες νωρίτερα. Ακολουθούν και δύο διαγράμματα που καταδεικνύουν την ευθεία του ηλίου σε σχέση με τα παράθυρα στην κάτοψη και στην πλαϊνή όψη του ναού. (Donaldson & Itawa, 2008-2018). Η θεωρία των Donaldson και Itawa έχει γίνει

³ Ο Donaldson δεν μας παραθέτει το μέγεθος του παραθύρου του εξωτερικού τοίχου.

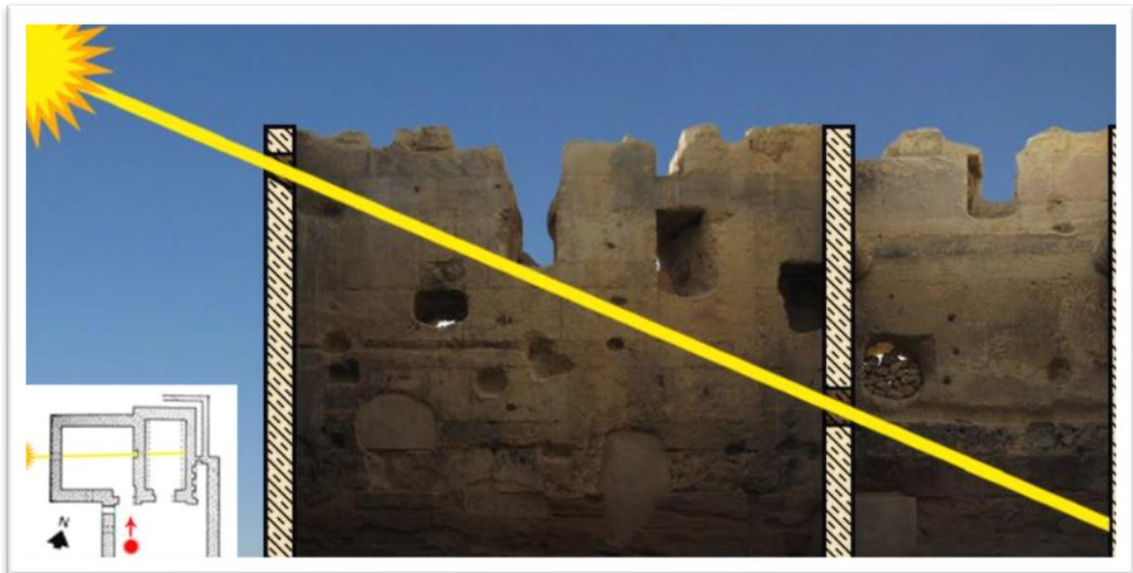
αποδεκτή από το Συμβούλιο για Αιγυπτιακές Αρχαιότητες της Σίβα, στις 8 Μαρτίου του 2015.



*Εικόνα 10 : Το εξωτερικό παράθυρο όπως φαίνεται από το δωμάτιο δίπλα στο άδυτο.
(Donaldson & Itawa, 2008-2018)*



Εικόνα 11 : Σχέδιο του ηλιακού φωτισμού και θέσεις των παραθύρων στην κάτοψη του ναού. (Donaldson & Itawa, 2008-2018)



Εικόνα 12: Σχέδιο του ηλιακού φωτισμού και θέσεις των παραθύρων στην πλαϊνή όψη του ναού (Donaldson & Itawa, 2008-2018).

2.5 Συμπεράσματα

Γνωρίζοντας τα αρχιτεκτονικά στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να υποθέσουμε ότι η ίδια λογική και αρχιτεκτονική κατασκευή μπορεί να χρησιμοποιήθηκε και στα δύο μαντεία.

Το παράθυρο που δημιουργήθηκε στο μοντέλο του ναού του Απόλλωνα έχει πλάτος 3 μέτρα και ύψος 1. Ο λόγος που έγινε τόσο μεγάλο είναι για να καλύψει και το χειμερινό ηλιοστάσιο αλλά και τις ισημερίες. Σε δοκιμές που έγιναν φάνηκε ότι το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται και με πολλαπλά παράθυρα, αρκεί να είναι κοντά το ένα με το άλλο. Με ελάχιστη απόσταση μεταξύ των παραθύρων, δεν φάνηκε σκόπιμο να δημιουργηθούν πολλά αλλά ένα για ευκολία παρατήρησης. Τοποθετήθηκε στα 4 μέτρα ύψος από το πάτωμα του ναού. Το άγαλμα, όπως αναφέρεται και παρακάτω, έγινε και αυτό 4 μέτρα περίπου. Οι αλλαγές δεν επηρεάζουν τον φωτισμό, καθώς δεν έρχεται υπό μεγάλη γωνία, αλλά αντιθέτως πολύ μικρή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

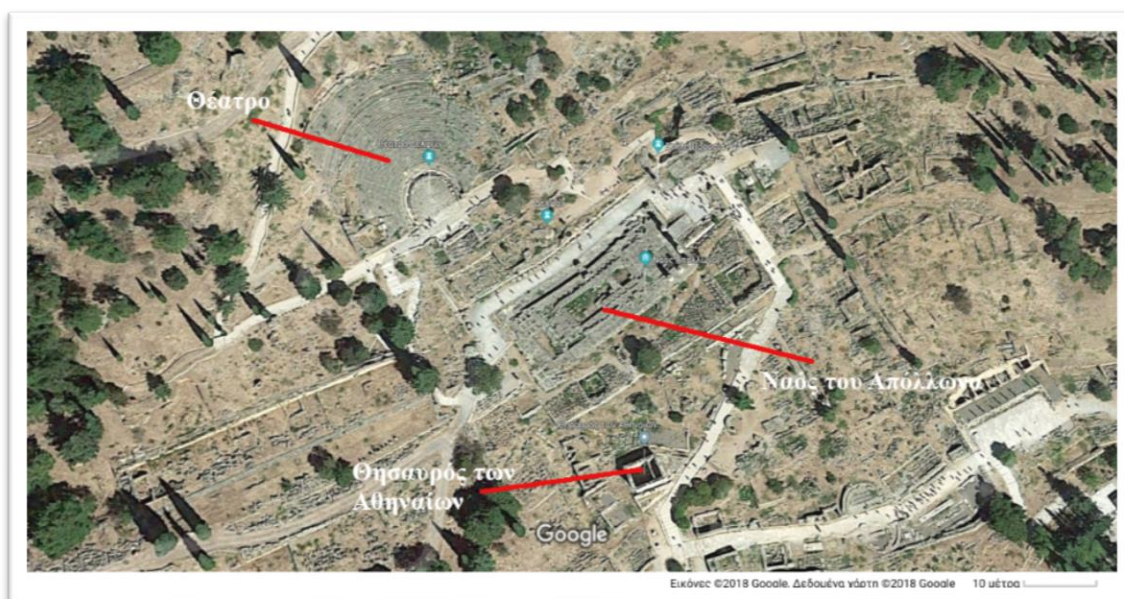
ΗΛΙΑΚΕΣ ΤΡΟΠΕΣ

3.1 Προσανατολισμός

Ο ναός του Απόλλωνα στους Δελφούς είναι χτισμένος με την είσοδο του πρόναου στα βορειοανατολικά προς ανατολικά, με απόκλιση από τον βορρά 57 μοίρες (αζιμούθιο) (Liritzis & Castro, Delphi and Cosmovision: Apollo's Absence At the Land of the Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle, 2013). Βρίσκεται σε υψόμετρο 579 μέτρα, με συντεταγμένες γεωγραφικού μήκους E 22.50110 μοίρες και γεωγραφικού πλάτους N 38.48230 μοίρες. Στις παρακάτω εικόνες από το Google Maps (Google Maps, n.d.) βλέπουμε τον αρχαιολογικό χώρο των Δελφών και τον περιβάλλοντα χώρο, όπως φαίνονται σε δορυφορικό χάρτη.



Εικόνα 13 : Γενική εικόνα των Δελφών και του περιβάλλοντα χώρου



Εικόνα 14: Ο αρχαιολογικός χώρος των Δελφών

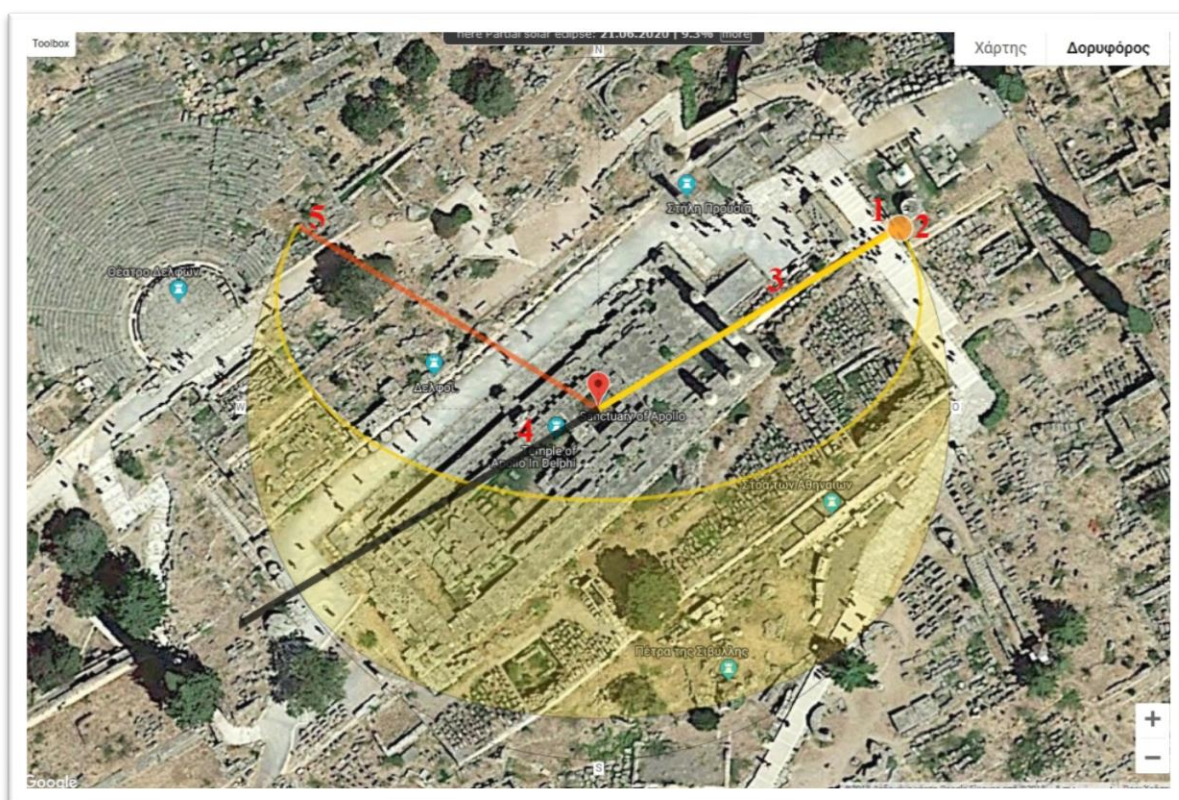
3.2 Ηλιακές Τροπές

Ως ηλιακές τροπές θεωρούμε τις κινήσεις του ηλίου και την περιστροφή του επάνω στο ηλιακό τόξο κατά την διάρκεια της ημέρας. Παρακάτω καταδεικνύονται ακριβώς τα ηλιακά τόξα για τις εκάστοτε ημέρες. Ο πίνακας 2 παρουσιάζει τα στοιχεία κίνησης του ηλίου κατά το θερινό και το χειμερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου και 21 Δεκεμβρίου αντίστοιχα). Αναφέρονται οι κινήσεις του ηλίου, καθώς και η διάρκεια της ημέρας, το υψόμετρο (γωνία του ορίζοντα σε σχέση με τον ήλιο) και το αζιμούθιο του ηλίου τη δεδομένη χρονική στιγμή. Φαίνεται και στον πίνακα ότι επιλέχθηκαν χρονικές στιγμές αργότερα από την ακριβή στιγμή της ανατολής. Η 1^η στήλη για κάθε ημερομηνία έχει τα στοιχεία για την πρώτη στιγμή που ο ήλιος έχει υψόμετρο θετικό, οπότε μπορεί να προκαλέσει σκιά με απ' ευθείας φωτισμό. Στην 2^η στήλη για κάθε ημερομηνία, παρουσιάζεται η ώρα που επιλέχθηκε ως ελάχιστη δυνατή για να φωτίζει ο ήλιος την πλευρά του ναού όπου θεωρούμε πως μπορεί να υπήρχε παράθυρο. Για προσδιορισμό μετρήσεων των ηλιακών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το Suncalc, μια εφαρμογή στην ιστοσελίδα www.suncalc.org του Torsten Hoffman από το οποίο προήλθαν οι εικόνες και τα δεδομένα που παρατίθενται παρακάτω.

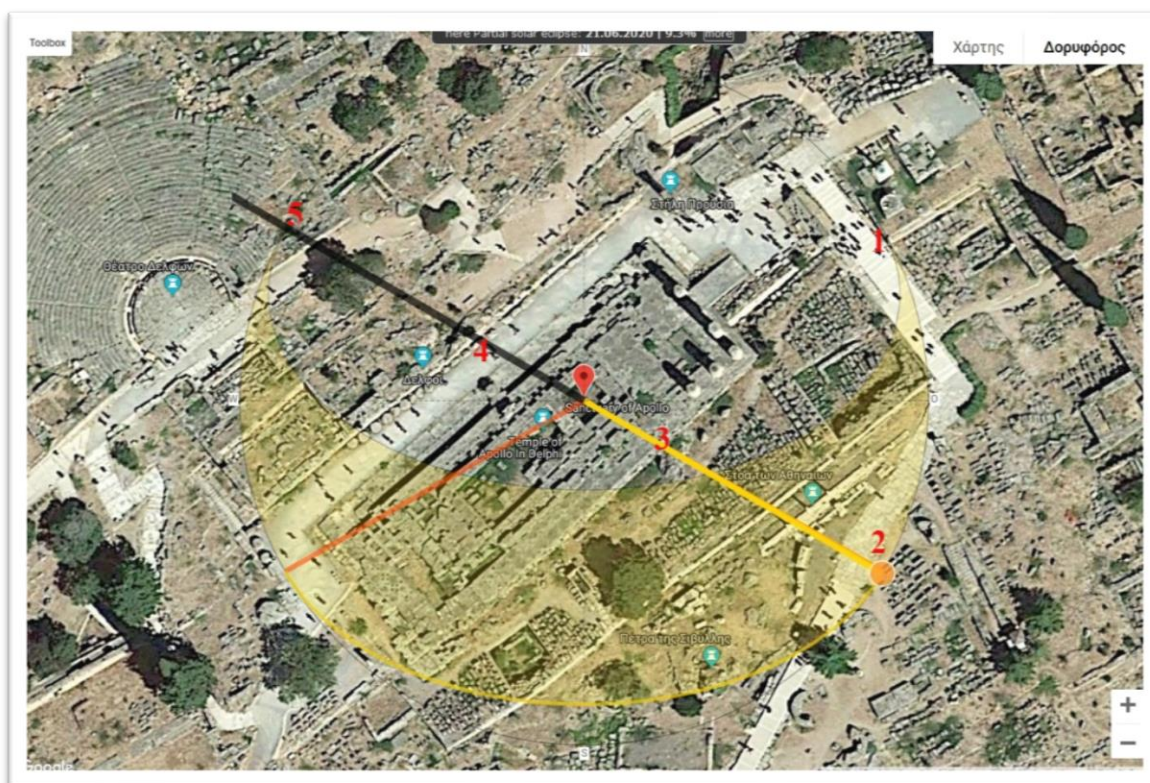
Πίνακας 2: Στοιχεία κίνησης του ηλίου στα ηλιοστάσια

Ήλιος	21/06/2018 06:05	21/06/2018 06:08	21/12/2018 07:43	21/12/2018 07:46
Αυγή	05:34		07:13	
Ανατολή	06:05		07:43	
Ζενίθ	13:31		12:28	
Δύση	20:57		17:12	
Σούρουπο	21:29		17:42	
Διάρκεια	14h52m		9h29m	
Υψόμετρο	-0.37	0.04	-0.30	0.12
Αζιμούθιο	58.51	58.98	119.67	120.14

Πηγή : www.suncalc.org (Hoffman, 2018)



Εικόνα 15 : Ηλιακό τόξο κατά το θερινό ηλιοστάσιο. (Hoffman, 2018)



Εικόνα 16: Ηλιακό τόξο κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. (Hoffman, 2018)

Στις παραπάνω εικόνες φαίνονται τα ηλιακά τόξα για τις αντίστοιχες ημερομηνίες και ώρες. Ο ήλιος είναι τοποθετημένος στις ώρες που επιλέχθηκαν ακριβώς γιατί τότε, για πρώτη φορά στην ημέρα, ο ηλιακός δίσκος έχει αρκετό ύψος ώστε να φαίνεται στον ορίζοντα αρκετά για να προκαλέσει απ' ευθείας σκίαση. Φαίνεται η κίνηση του ηλίου και το ηλιακό τόξο, και σημειώνονται η αυγή στο σημείο 1, η θέση του ηλίου στην ημερομηνία και ώρα που επιλέχθηκε στο 2, οι κατευθύνσεις του φωτισμού στο 3 και της σκιάς στο 4 και το σούρουπο στο 5.

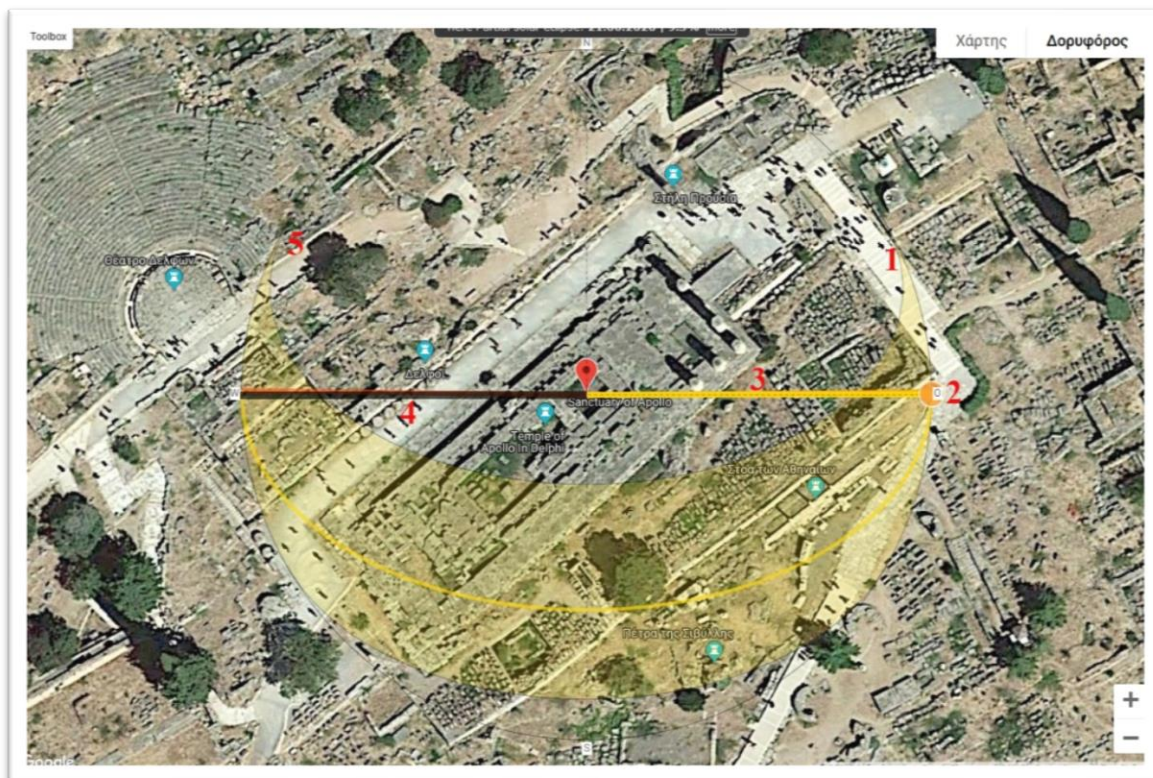
Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αντίστοιχα δεδομένα και εικόνες για τις ισημερίες.

Πίνακας 3:Στοιχεία κίνησης του ηλίου στις ισημερίες

Ήλιος	20/03/2018 06:33	20/03/2018 06:36	23/09/2018 07:18	23/09/2018 07:21
Αυγή	05:34		07:13	
Ανατολή	06:05		07:43	
Ζενίθ	13:31		12:28	
Δύση	20:57		17:12	
Σούρουπο	21:29		17:42	
Διάρκεια	14h52m		9h29m	
Υψόμετρο	-037	0.12	-0.28	0.21
Αζιμούθιο	89.44	89.91	89.33	89.80

Πηγή: www.suncalc.org (Hoffman, 2018)

Να σημειώσουμε εδώ ότι επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες ημερομηνίες για το 2018, καθώς είναι δύσκολο να υπολογιστούν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για μία προσομοίωση στους αρχαίους χρόνους. Τα αστρικά σώματα θα είχαν ελάχιστες μεταβολές, πιθανώς και καθόλου ορατές στην γη σε επίπεδο φωτισμού ή και σκιάς. Αυτό που δεν μπορεί να υπολογιστεί εύκολα είναι οι αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον του ναού, για παράδειγμα μία αλλαγή του ύψους ενός λόφου ή βουνού λόγω κατολίσθησης.



Εικόνα 17 : Ηλιακό τόξο κατά την εαρινή ισημερία. (Hoffman, 2018)



Εικόνα 18 : Ηλιακό τόξο κατά την φθινοπωρινή ισημερία. (Hoffman, 2018)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΩΝ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

4.1 Λογισμικά

Για τον σχεδιασμό και την κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου, καθώς και την μελέτη σκιών και φωτισμού, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω λογισμικά

- 3d Studio Max 2019
- Fiji ImageJ
- Maxwell Studio & Render
- Maxwell Multilight
- Daz Studio Pro

Ο τρόπος χρήσης του καθενός εξηγείται στην συνέχεια.

4.2 Μετρήσεις Κάτοψης

Η ψηφιακή ανακατασκευή ξεκίνησε πρώτα από το Fiji Image J, μετρητικό λογισμικό που παρέχεται δωρεάν στο διαδίκτυο⁴. Σκοπός ήταν να αποκτηθούν ακριβείς, με βάση την κάτοψη, μετρήσεις για τις απαραίτητες αποστάσεις και θέσεις των αντικειμένων μεταξύ τους στο χώρο. Γνωρίζοντας μόνο κάποιες βασικές διαστάσεις του ναού, για να υπολογιστούν οι υπόλοιπες διαστάσεις σε αναλογία pixel προς μέτρα, χρησιμοποιήθηκε αυτό το μετρητικό λογισμικό. Αφού έγινε εισαγωγή της κάτοψης, ορίστηκαν το μήκος και πλάτος του ναού που είναι ήδη γνωστά. Το λογισμικό τα ανήγαγε σε pixel και στην συνέχεια παρείχε την δυνατότητα να μετρηθεί οποιαδήποτε απόσταση πάνω στην κάτοψη, όπως για παράδειγμα η απόσταση από τοίχο σε τοίχο, η οποία δεν ήταν γνωστή, ή οι αποστάσεις ενός κίονα από τον τοίχο κ.α.

⁴ <https://fiji.sc/>

4.3 Κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου

Στην συνέχεια, έγινε εισαγωγή της κάτοψης της εικόνας 1 στην εκπαιδευτική έκδοση του 3d Studio Max 2019 της Autodesk⁵. Με γνώμονα αυτή την κάτοψη σχεδιάστηκαν αρχικά τα επιμέρους βασικά τμήματα του ναού, όπως πάτωμα, κίονες, τοίχος, πριν γίνει η σύνθεση του στο συνολικό μοντέλο. Η σύνθεση και τοποθέτηση των μοντέλων στον συνολικό χώρο της σκηνής έγινε σύμφωνα με τις αποστάσεις που υπολογίστηκαν μέσω του Image J. Τα αντικείμενα έγιναν με την ελάχιστη απαραίτητη λεπτομέρεια, χωρίς να χάνουν πολύ σε ποιότητα, για να μειωθεί ο αριθμός των πολυγώνων του συνολικού μοντέλου στο ελάχιστο απαραίτητο, για λόγους οικονομίας χρόνου σε υπολογιστική ισχύ που απαιτείται για τα τελικά render.

Επίσης προστέθηκαν ο τρίποδας της Πυθίας, ο οποίος κατασκευάστηκε στο 3d Studio Max με χρήση και συνδυασμό μοντέλων από το διαδίκτυο, και ένα ανθρώπινο μοντέλο που εισήχθη από το Daz Studio⁶, το οποίο τροποποιήθηκε μέσω του λογισμικού για να παρομοιάσει όσο το δυνατόν περισσότερο την Πυθία. Για την Πυθία συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα βασικά στο λογισμικό μοντέλο, πόζα και χαρακτηριστικά, όπως και κάποια που αγοράστηκαν από το online market του Daz Studio. Οι προσθήκες αυτές έγιναν καθαρά για αισθητικούς λόγους και δεν επηρεάζουν κάπως το τελικό αποτέλεσμα.

Κάτω από τον τρίποδα τοποθετήθηκε και ένα particle system PFlow με αέρα και ροή προς τα επάνω, με σκοπό να απεικονίσει τα αέρια που έβγαιναν από το έδαφος. Το σύστημα αυτό φαίνεται καθαρά στο 3d Studio Max, αλλά δεν μεταφέρεται σωστά στο Maxwell με το οποίο έγινε το τελικό render λόγω λογισμικού, γι' αυτό και απουσιάζει από τις τελικές εικόνες. Ο λόγος για αυτή την δυσκολία είναι ότι το Maxwell Studio έχει εμπορικά διαθέσιμο το Real Flow, ένα λογισμικό για κατασκευή καπνού, ατμού, υγρών κλπ., οπότε δεν συνεργάζεται πολύ καλά με άλλα λογισμικά πέραν εκείνου και του καθαρά επαγγελματικού Krakatoa της AWS Thinkbox. Το όλο σύστημα PFlow αντικαταστάθηκε στις τελικές εικόνες με απλό αντικείμενο και υλικό για να προσομοιώσει όσο γίνεται τα αέρια.

⁵ <https://www.autodesk.eu/products/3ds-max/overview>

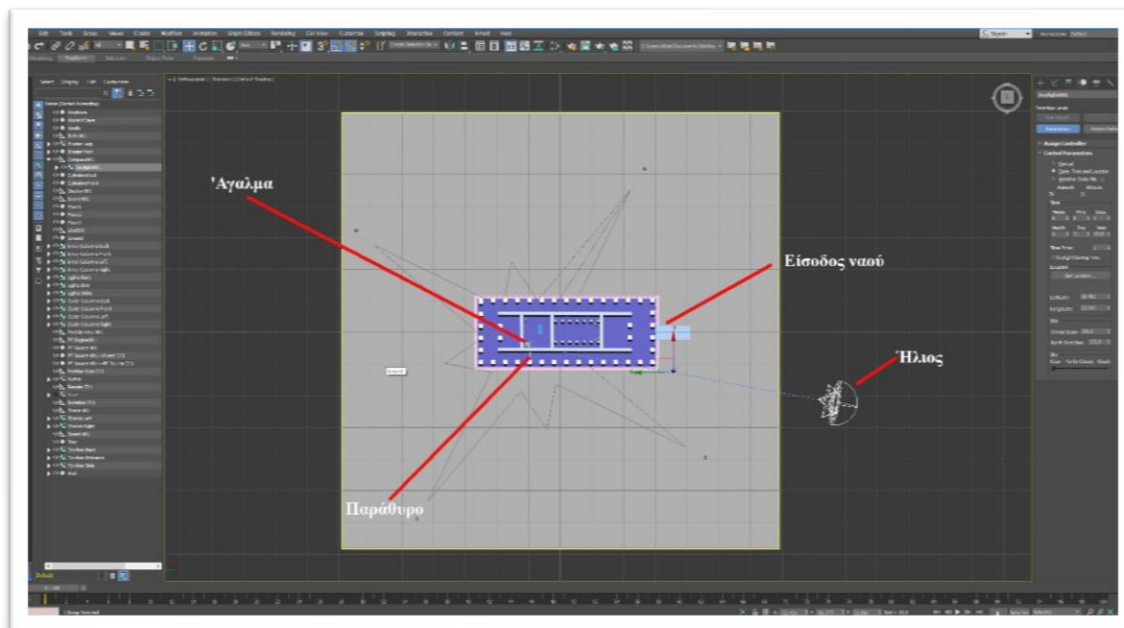
⁶ <https://www.daz3d.com/>

Στην συνέχεια, στο 3d Studio Max, προστέθηκε ένα σύστημα ηλιακού φωτισμού, το οποίο με εισαγωγή συντεταγμένων και ημερομηνίας και ώρας, καθώς και περιστροφής του εδάφους, τοποθετεί τον ήλιο στην σκηνή στην σωστή θέση στο σύστημα συντεταγμένων του. Ορίστηκε περιστροφή του εδάφους 123 μοίρες, καθώς το πρόγραμμα ξεκινά με οπτική δημιουργίας του μοντέλου από τον νότο στο εσωτερικό σύστημα συντεταγμένων του.

Ένα πρόβλημα που παρουσιάστηκε με τον τρόπο κατασκευής και το λογισμικό είναι ότι ήταν πάρα πολύ δύσκολο να δημιουργηθεί έστω κατά προσέγγιση ο περιβάλλοντας χώρος, δηλαδή λόφοι, βουνά κ.α. Όλα τα πιθανά εμπόδια για το ηλιακό φως που βρίσκονται στον γύρω χώρο είναι σε πολύ μεγάλη απόσταση. Έχοντας δημιουργήσει το μοντέλο με ακρίβεια, υπήρχε ήδη ένας όγκος πολυγώνων λίγο παραπάνω από τις διαστάσεις του ναού σε μέτρα, πράγμα που έκανε ήδη την επεξεργασία του αρκετά δύσκολη. Θα μπορούσαν να τοποθετηθούν απλά αντικείμενα όπως ένας κύβος ή μια πυραμίδα τριγύρω από το μοντέλο αλλά η μεταβολή που θα προκαλούσαν θα ήταν αρκετά μεγάλη, επειδή θα βρισκότουσαν πάρα πολύ κοντά, με αποτέλεσμα να είναι ανακριβείς οι εν συνεχεία μετρήσεις. Ο περιορισμός αυτός είναι κυρίως λόγω υπολογιστικής ισχύος και απαιτήσεις λογισμικού, καθώς σε ένα κατάλληλο σύστημα υπολογιστή θα μπορούσε να τοποθετηθεί και το περιβάλλον και να έχουμε ακριβή σκίαση, όπως και ακριβή ορίζοντα στο μοντέλο.

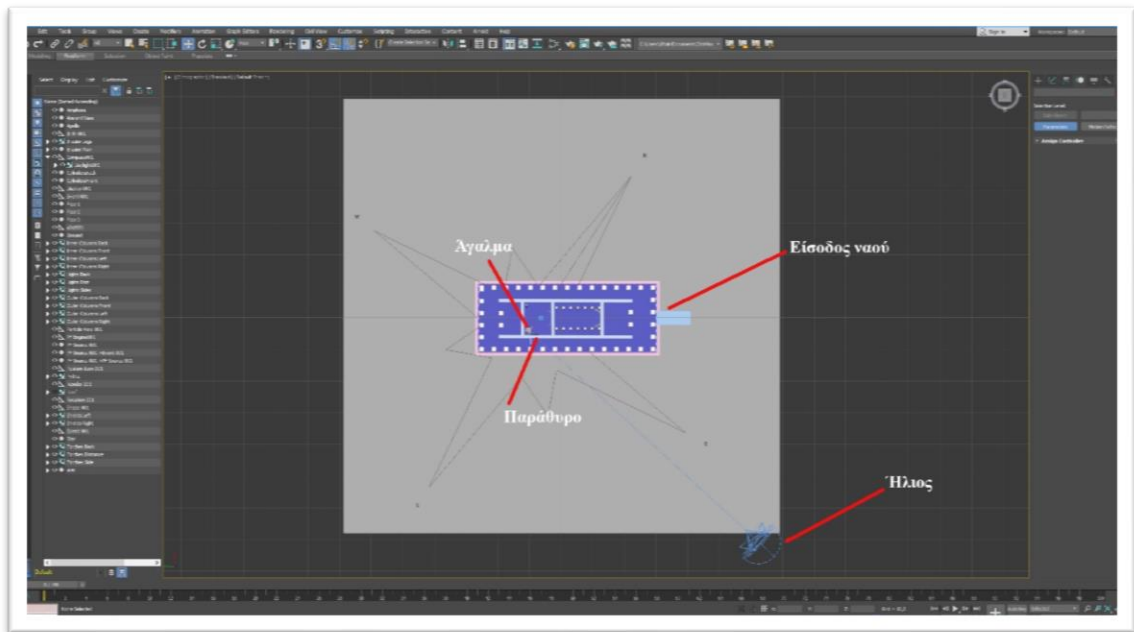
Ένα ακόμη πρόβλημα που εμφανίστηκε από τις πρώτες δοκιμές για τις ημερομηνίες που ορίσαμε παραπάνω, ήταν ότι παρόλο που οπτικά φαίνεται η διαφορά στην θέση της ηλιακής φωτεινής πηγής, το 3d Studio Max δεν υπολογίζει ακριβώς το υψόμετρο του ηλιακού δίσκου, με αποτέλεσμα να υπάρχει αμφιβολία για την ακρίβεια της θέσης. Για την ακρίβεια, το λογισμικό δεν υπολογίζει ακριβώς τα δεκαδικά του υψομέτρου του ηλιακού δίσκου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ενώ για παράδειγμα ο ήλιος έχει ένα υψόμετρο 0.12, στο μοντέλο να μην έχει εμφανιστεί ακόμη πάνω από το επίπεδο του ορίζοντα, και να μην εμφανίζεται μέχρι η τιμή του υψομέτρου γίνει 1.

Παρακάτω φαίνονται στο περιβάλλον του 3d Studio Max, το μοντέλο και η θέση του ηλίου στις συγκεκριμένες ημέρες και ώρες.

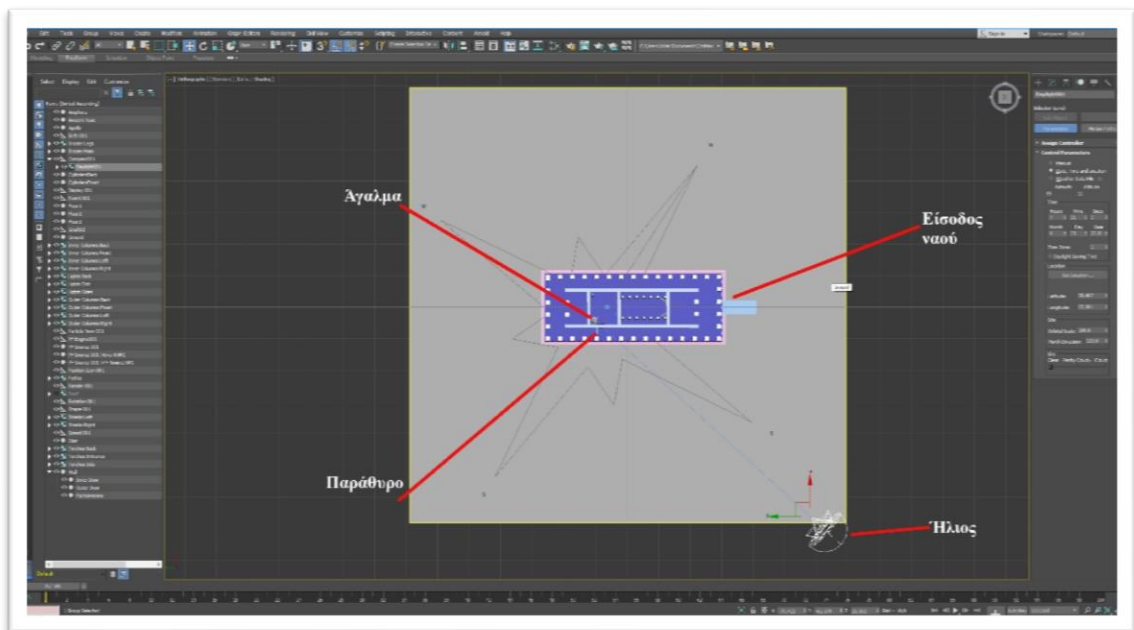


Εικόνα 19: Η θέση του ηλίου στο μοντέλο στις 21/06, 06:08.

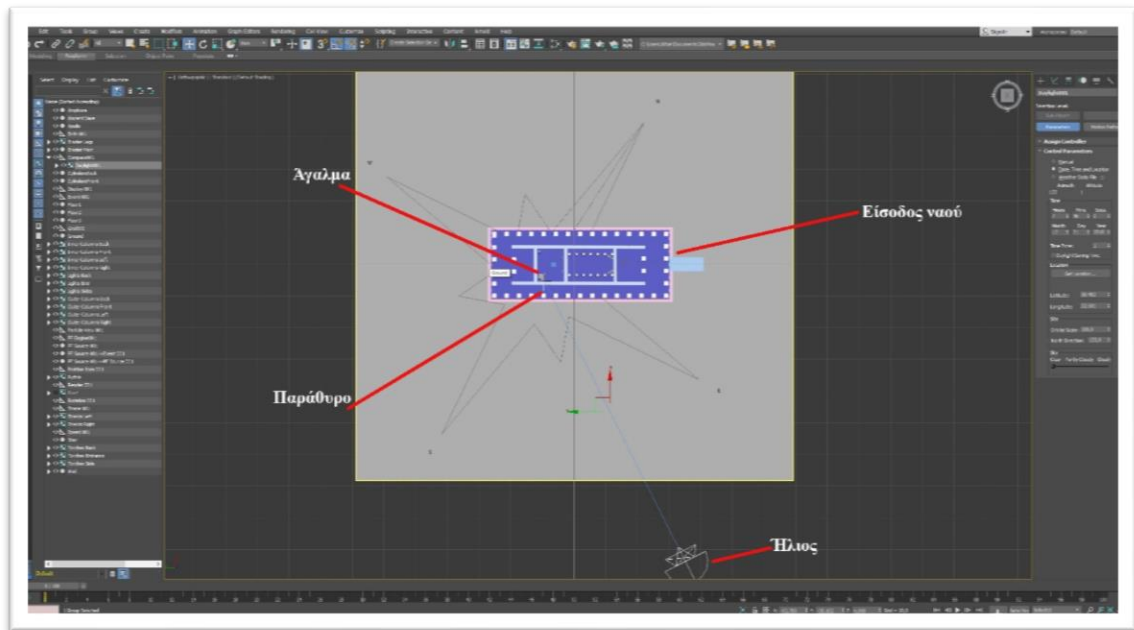
Εδώ βλέπουμε πως στην ανατολή του ηλίου, η γωνία του είναι τέτοια που θα ήταν πολύ δύσκολο να φωτίσει άμεσα ο ήλιος το άδυτο. Δεν αποκλείεται φυσικά να υπήρχαν και μικρά παράθυρα στους εσωτερικούς τοίχους αλλά η γωνία δεν θα επέτρεπε στις ακτίνες του ηλίου να φτάσουν στο άγαλμα όπως τοποθετήθηκε στην αριστερή γωνία.



Εικόνα 20: Η θέση του ηλίου στο μοντέλο στις 20/03, 07:36.

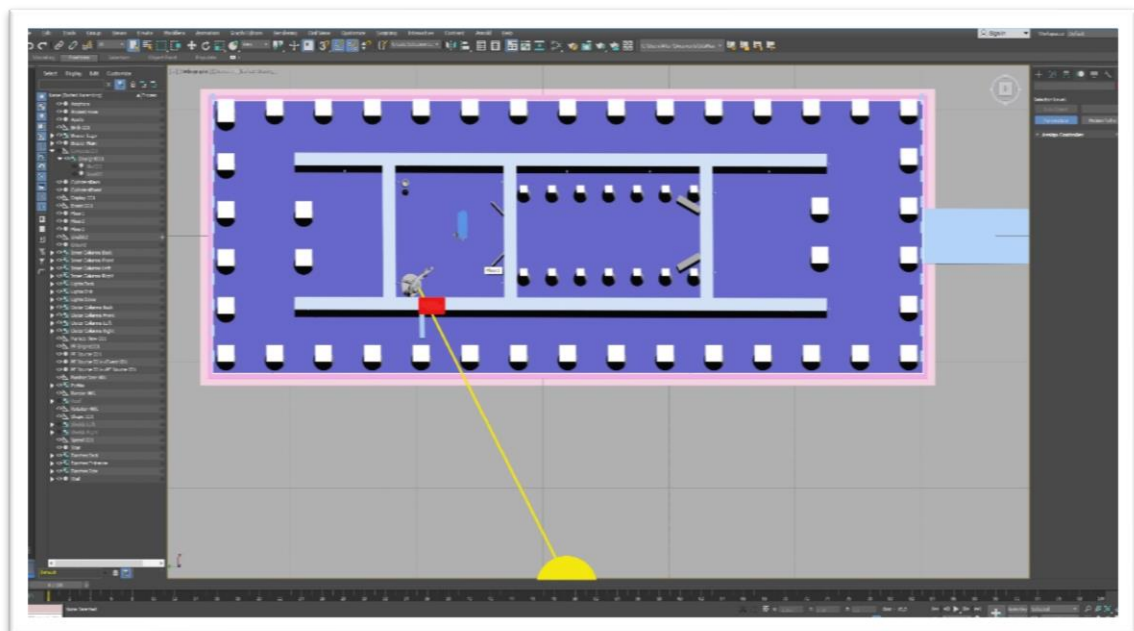


Εικόνα 21: Η θέση του ηλίου στο μοντέλο στις 23/09, 07:21.



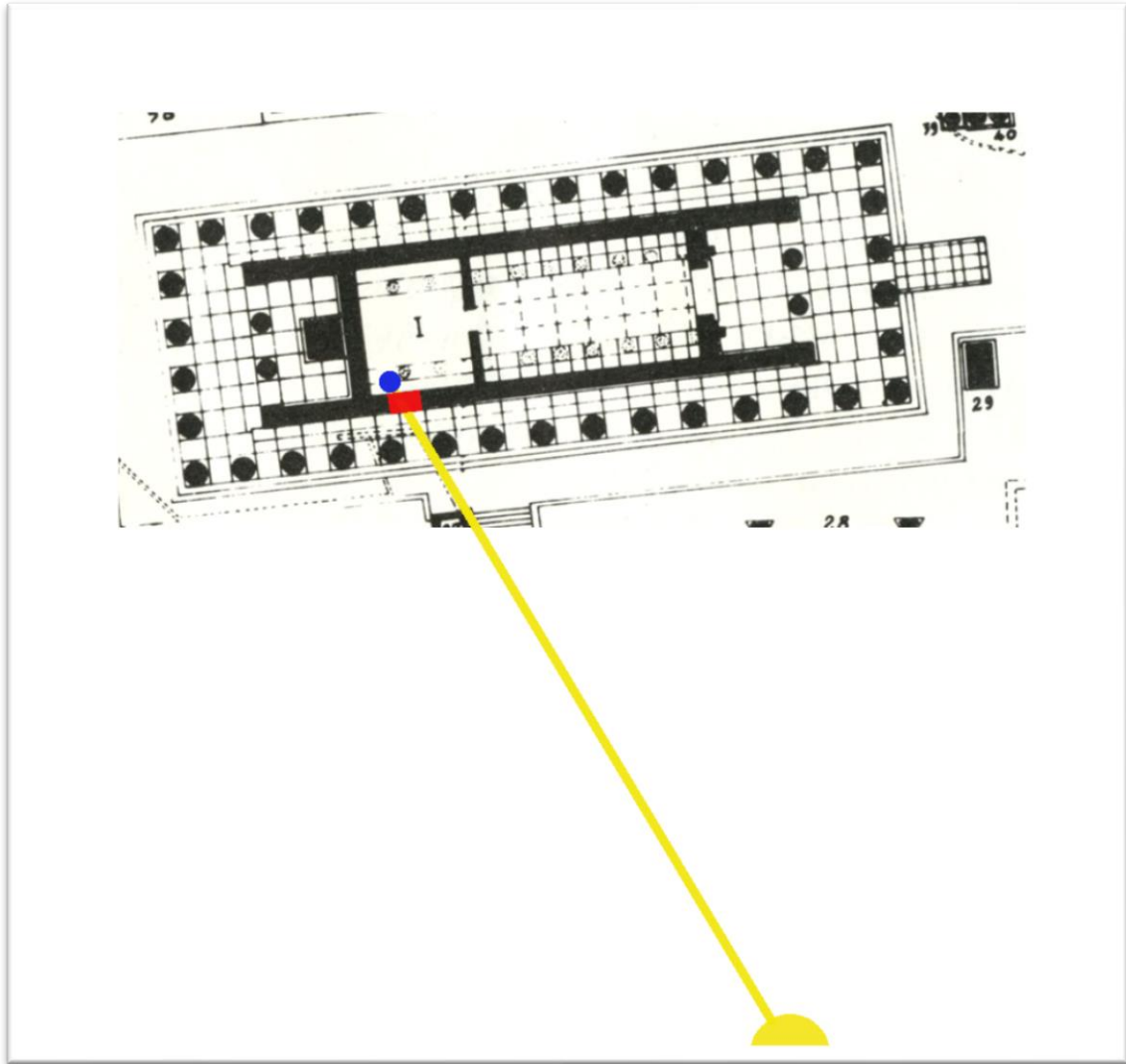
Εικόνα 22: Η θέση του ηλίου στο μοντέλο στις 21/12, 07:46.

Μία πιο κοντινή άποψη της παραπάνω κάτοψης φαίνεται εδώ, όπου σημειώνονται ο φωτισμός του ηλίου και με κόκκινο το προτεινόμενο σημείο για παράθυρο.

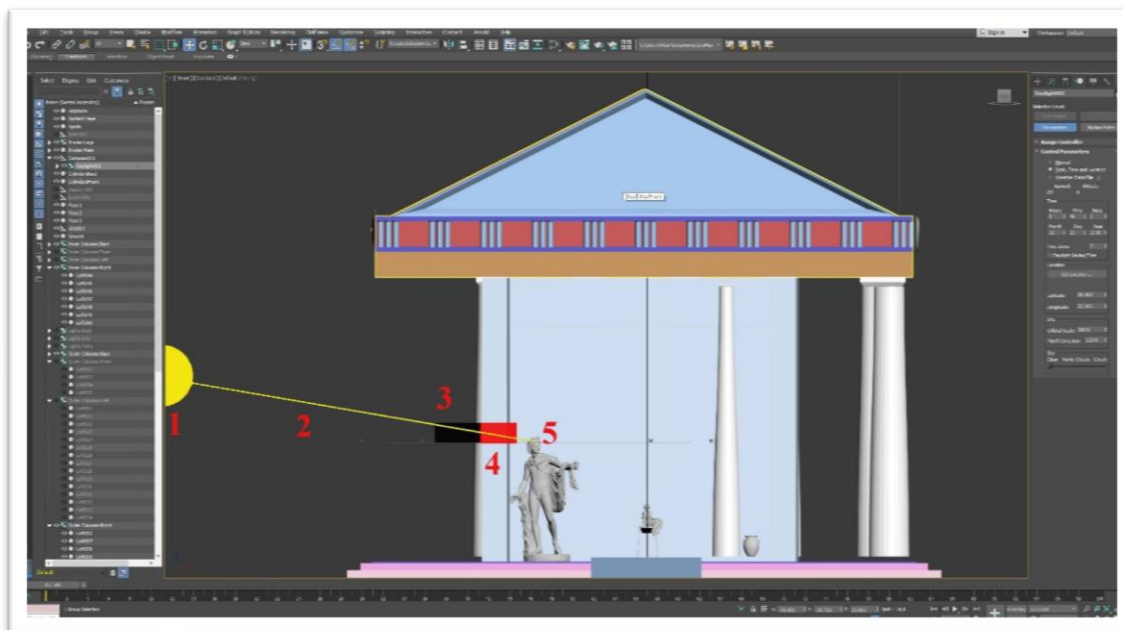


Εικόνα 23 : Κάτοψη του μοντέλου του ναού κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.

Στην συνέχεια φαίνονται ο ήλιος, οι ακτίνες του, το παράθυρο με κόκκινο και η θέση του αγάλματος με μπλε επάνω στην κάτοψη που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό του μοντέλου.



Εικόνα 24 : Η κάτοψη που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό και ο ηλιακός φωτισμός κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.



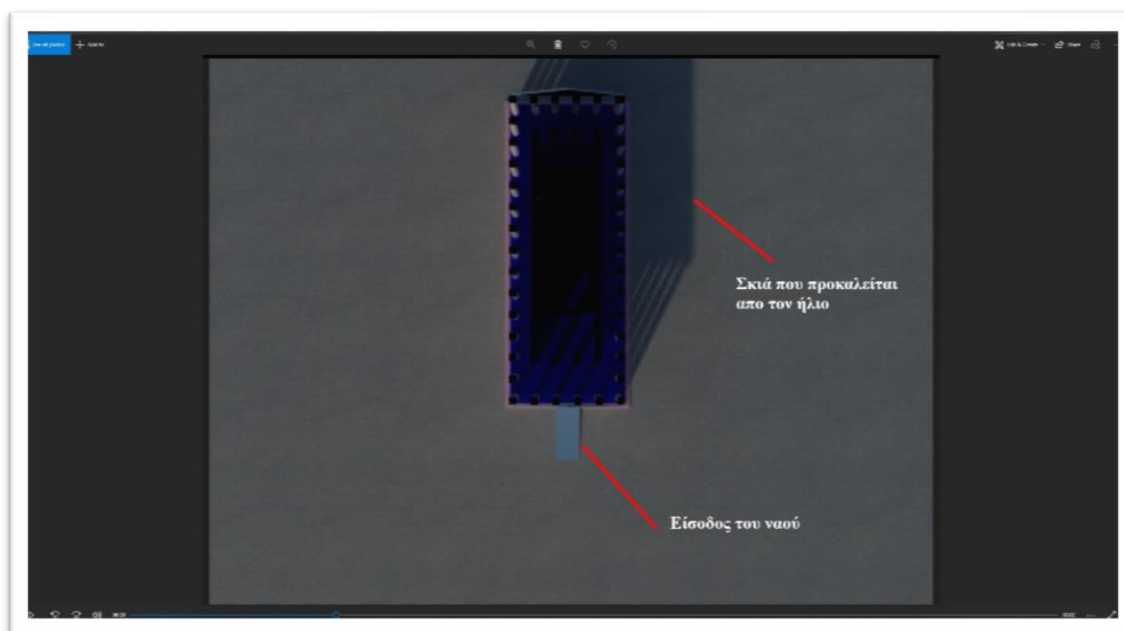
Εικόνα 25 : Άποψη της εισόδου του ναού κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο.

Παραπάνω παρουσιάζεται και μία άποψη του ναού από την είσοδο, κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Σημειώνονται στην εικόνα 1) ο ήλιος, 2) ο φωτισμός από τις ηλιακές ακτίνες, 3) το φύλλο του παραθύρου, 4) το παράθυρο στον τοίχο και 5) το άγαλμα. Για ευκολία στην κατάδειξη, έχουν αποκρυφθεί οι πλαϊνοί κίονες στα αριστερά εντός και εκτός του ναού, όπως και οι ενδιάμεσοι τοίχοι.

Εν τέλει, το σύστημα φωτισμού που διαθέτει χρησιμοποιήθηκε απλώς για να δώσει ένα κατά προσέγγιση δείγμα της κίνησης του ηλίου από την ώρα που εμφανίζεται στον ορίζοντα και μετά. Τα animation που παρουσιάζουν το ηλιακό τόξο κίνησης, δηλαδή την μελέτη σκιών, βρίσκονται στο συνοδευτικό υλικό της εργασίας.

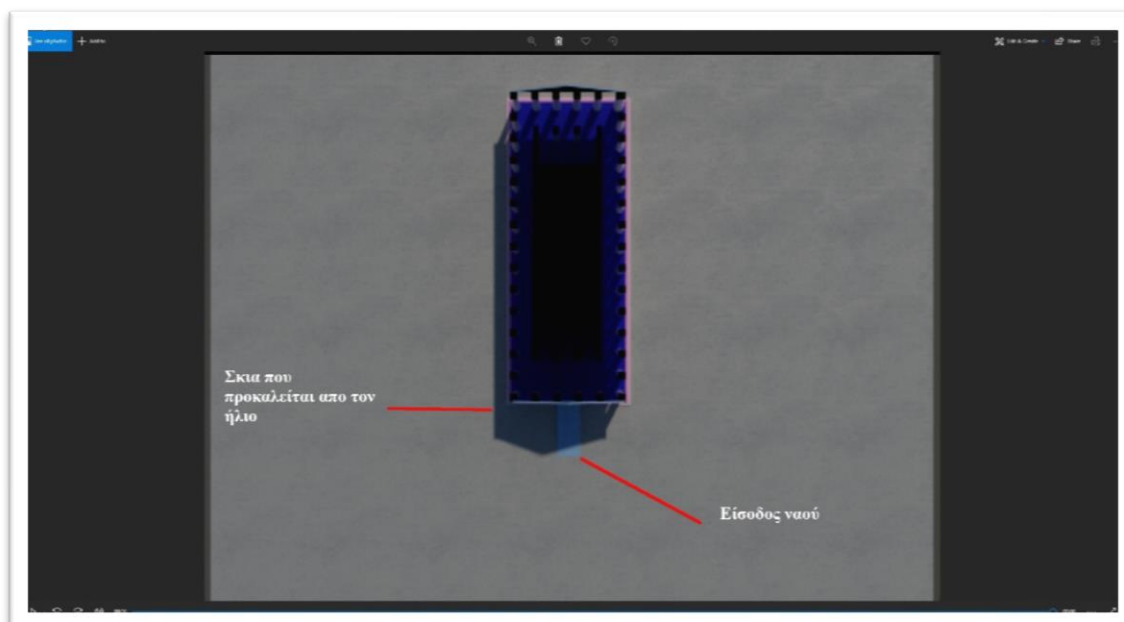
Παρατίθενται δυο εικόνες ως δείγματα του animation. Για ευκολία, έχουν οριστεί κρυφά η οροφή και τα σχετικά της αντικείμενα από την camera και τον θεατή, ενώ παραμένουν ορατά για το σύστημα ηλίου του λογισμικού. Οι δυο εικόνες αφορούν την κίνηση του ηλίου κατά το θερινό ηλιοστάσιο.

Στην πρώτη εικόνα ο ήλιος έχει λίγη ώρα που ανέτειλε και φαίνεται πως φωτίζει τον ναό και προκαλεί την σκιά προς το δυτικό μέρος του. Υπενθυμίζεται ότι η είσοδος είναι Βόρεια-Βορειοανατολικά Αξίζει να σημειωθεί εδώ πως το άδυτο δεν φωτίζεται ενώ ο ήλιος είναι ήδη αρκετά ψηλά στον ουρανό για τους σκοπούς της εργασίας.



Εικόνα 26: Δείγμα του animation της μελέτης, νωρίς στην ημέρα.

Στην δεύτερη εικόνα, την ίδια μέρα, βλέπουμε την σκίαση του ναού πιο αργά μέσα στην ίδια ημέρα. Ο ήλιος έχει έρθει στην δυτική πλευρά του ναού και σε λίγη ώρα δεν θα τον φωτίζει πλέον.



Εικόνα 27: Δείγμα του animation της μελέτης, αργά στην ημέρα.

4.4 Άγαλμα του Απόλλωνος

Με το σύστημα ηλιακού φωτισμού του 3d Studio Max, είναι εύκολο να δει κανείς την γενική τοποθεσία στο χώρο του αδύτου όπου θα έπρεπε να βρίσκεται το άγαλμα του Απόλλωνα για να φωτίζεται κατά την ανατολή του ηλίου. Το μοντέλο του αγάλματος που χρησιμοποιήθηκε στην σκηνή είναι ένα 3d scan του εκμαγείου του Απόλλων του Μπελβεντέρε. Το άγαλμα αυτό, είναι με την σειρά του Ρωμαϊκό αντίγραφο, της εποχής του Ανδριανού, ενός χάλκινου πρωτοτύπου που πιστώνεται στον γλύπτη Λεωχάρη του 4^{ου} αιώνα π.χ. Το συγκεκριμένο 3d μοντέλο δημιουργήθηκε από την εθνική πινακοθήκη της Δανίας, συγκεκριμένα από το εκμαγείο στο Royal Cast Collection, και διατίθεται στο διαδίκτυο σε διάφορες ιστοσελίδες, όπως για παράδειγμα το Sketchfab (National Gallery of Denmark, 2016). Είναι πολύ λεπτομερές και μεγάλο, καθώς έγινε με 3d scanner, και χρειάστηκε αρκετή παραμετροποίηση για μείωση των περίπου 290 χιλιάδων faces που είχε αρχικά. Ακόμα και έτσι παραμένει αρκετά λεπτομερές, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα 7.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ πως το κανονικό άγαλμα του Απόλλων του Μπελβεντέρε είναι 2.24 μέτρα σε ύψος. Στο συγκεκριμένο τρισδιάστατο μοντέλο μετατράπηκε σε άγαλμα 4 περίπου μέτρων για να φαίνεται εύκολα ειδικά στις κατόψεις. Δεν επηρεάζει τον φωτισμό η αλλαγή μεγέθους, αφού σε κάθε περίπτωση το φως έρχεται από την ίδια κατεύθυνση και όχι υπό μεγάλη γωνία.



Εικόνα 28: Απόλλων του Μελβεντέρε (National Gallery of Denmark, 2016)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ RENDER

5.1 Maxwell Studio και ρυθμίσεις

Για τις τελικές εικόνες, το μοντέλο που ολοκληρώθηκε στο 3d Studio Max, εισάχθηκε στο Maxwell Studio⁷, ένα λογισμικό φωτισμού, υλικών και renderer. Το συγκεκριμένο λογισμικό, εκτός από την ακρίβεια των υλικών, προσφέρει πολύ καλό έλεγχο στις πηγές φωτισμού. Χαρακτηρίζεται ως unbiased renderer, που σημαίνει ότι κατά το render της τελικής σκηνής δεν εισάγει στον αλγόριθμο του για τον υπολογισμό της προσέγγισης της ακτινοβολίας των φωτεινών πηγών κάποιο συστηματικό σφάλμα (systemic error – bias). Οι biased renderers εισάγουν αυτό το σφάλμα για επιτάχυνση των υπολογισμών. Οι διαφορές ανάμεσα στα δύο είδη είναι σημαντική συνήθως σε υπολογιστική ισχύ που απαιτείται. Για τους σκοπούς της εργασίας προτιμήθηκε το Maxwell Studio, κυρίως για την ευκολία και έλεγχο που παρέχει, καθώς και αισθητικούς λόγους ως προς το τελικό αποτέλεσμα.

Το λογισμικό διαθέτει επίσης, όπως και το 3d Studio Max, σύστημα συντεταγμένων και ημερομηνιών στις περιβαλλοντικές παραμέτρους του. Για τα τελικά render, η σκηνή ορίστηκε και πάλι με περιστροφή εδάφους 123.

Τα περισσότερα render έγιναν με το σύστημα προσομοίωσης φωτογραφικής μηχανής που έχει ενσωματωμένο το Maxwell Studio. Ο λόγος ήταν το μέγεθος, και κυρίως το μήκος του μοντέλου, καθώς λόγω της μεγάλης απόστασης η εστίαση σε ένα απλό Perspective view είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να θολώνουν αρκετά στοιχεία της εικόνας. Για τις εικόνες που χρησιμοποιήθηκε το σύστημα, ορίστηκε για φωτογραφική μηχανή Canon 1DS Mark III, με φακό 35 mm και ρυθμίσεις ISO 100 για Bright Exterior.

Δύο ακόμα αλλαγές που έγιναν στις μετρήσεις περιβάλλοντος ήταν η μείωση του turbidity στο μηδέν και η μικρή αύξηση του όζοντος στην ατμόσφαιρα, εκ των οποίων το πρώτο θα μας δώσει λίγο πιο καθαρές εικόνες και αντανάκλασεις, ενώ το δεύτερο

⁷ <http://www.nextlimit.com/maxwell/>

θα προκαλέσει μια πολύ μικρή αλλαγή του ηλιακού φωτός προς το μπλε του χρωματικού φάσματος. Turbidity στο συγκεκριμένο λογισμικό ονομάζεται η πυκνότητα και ποσότητα σωματιδίων στην ατμόσφαιρα που μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές στον φωτισμό. Οι αλλαγές αυτές έγιναν με σκοπό να απεικονίσουν όσο καλύτερα γίνεται τις περιβαλλοντικές συνθήκες της εποχής λειτουργίας του ναού. Φυσικά υπάρχουν και άλλες μεταβλητές που θα επηρέαζαν πιθανώς μια τέτοια αναπαράσταση, όπως αλλαγές στην μορφολογία του εδάφους, αποστάσεις αστεριών και φωτεινότητα ανά περίοδο, αλλά θεωρήθηκε πως είναι αρκετά μικρές για να μην έχουν ιδιαίτερη επίπτωση στο τελικό οπτικό αποτέλεσμα ή δεν υπάρχουν στοιχεία για να είναι μετρήσιμες και να συνυπολογιστούν στο μοντέλο.

Σε αυτό το στάδιο τοποθετήθηκαν στο τρισδιάστατο μοντέλο παραπάνω πηγές φωτισμού, που δεν περιλαμβάνονται σε κάποιο σχέδιο ή περιγραφή, συγκεκριμένα ως πυρσοί σε διάφορα σημεία του χώρου. Υπάρχουν 2 δεξιά και αριστερά της εισόδου του πρόναου, 2 στις πλευρές του και 2 δεξιά και αριστερά από την είσοδο του σηκού, που ομαδοποιήθηκαν στην παράμετρο Entr. Στην συνέχεια, στον σηκό υπάρχουν ακόμη 4 πυρσοί στον δεξιό και τον αριστερό τοίχο, ανάμεσα στους κίονες της κάθε εσωτερικής κιονοστοιχίας, που ομαδοποιήθηκαν στην παράμετρο Sides. Τέλος, τοποθετήθηκαν ακόμη 4 μέσα στο άδυτο και 2 στον οπισθόναο, που ομαδοποιήθηκαν στην παράμετρο Back. Όλοι οι πυρσοί είναι ουσιαστικά ένα Area Light, με χρώμα 3000K και 400 lumens. Ο λόγος που επιλέχθηκαν τα lumens και αυτός ο χρωματισμός, είναι διότι αν μειώσουμε τα lumens περίπου στο 90, προσομοιώνονται περίπου κανονικοί πυρσοί ή δάδες. Στο μοντέλο αυτό εξυπηρετούν ως πολλές παραπάνω πηγές φωτισμού, χωρίς να παραμορφώνουν το τελικό αποτέλεσμα, καθώς γίνεται να μειωθούν στο μηδέν, όπως θα εξηγηθεί παρακάτω. Ο λόγος χρήσης τους ήταν καθαρά αισθητικός και για ευκολία παρατήρησης των χώρων του ναού στα τελικά render.

5.2 Δείγματα, live previews και Multilight

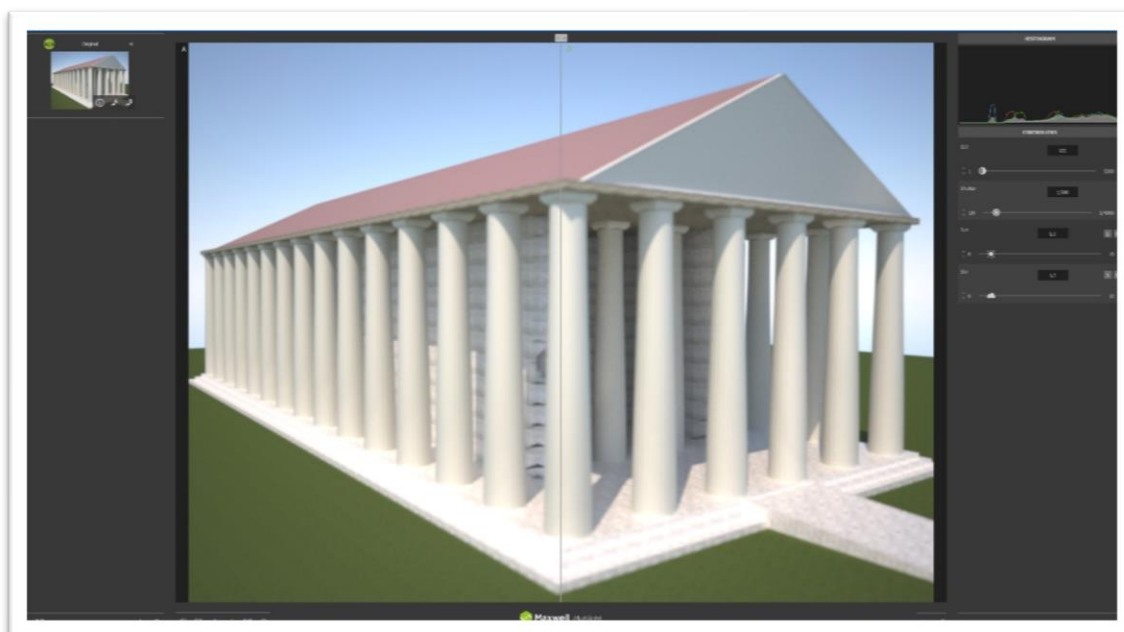
Το αποτέλεσμα των render είναι εικόνες από 3 απόψεις ή κάμερες. Μια εικόνα μπροστά στον ναό λίγο πριν ανέβει κάποιος προς τον πρόναο, μία εικόνα στα πλάγια και μία στο εσωτερικό του ναού, στην είσοδο του αδύτου.

Δημιουργήθηκαν αρχεία τύπου mxi, που προβάλλονται στο λογισμικό Maxwell Multilight. Η δυνατότητα που μας παρέχει το λογισμικό είναι να μπορούμε, εφόσον τα αρχεία δημιουργήθηκαν και αποθηκεύτηκαν σωστά μέσω του Maxwell Studio & Render, να μπορούμε στην τελική ήδη rendered εικόνα να παραμετροποιήσουμε τις πηγές φωτισμού. Η παραμετροποίηση είναι περιορισμένη σε ένταση της φωτεινής πηγής. Με δεδομένο τα όσα δημιουργήθηκαν στο Maxwell Studio και την ομαδοποίηση πυρσών, στο τελικό αρχείο θα έχουμε 3 sliders για τους πυρσούς, τα Entr. Side και Back, καθώς και ακόμα 2 για τον ήλιο και τον ουρανό. Τα 2 τελευταία έχουν δική τους μέτρηση με κανονική τιμή το 1, μικρότερη το 0,01 και μεγαλύτερη το 1,99. Στο 0,01 του ηλίου, για παράδειγμα, μπορούμε να δούμε περίπου πως θα φαινόταν ο ναός το σούρουπο ή την αυγή, αν ο ουρανός φωτίζεται ακόμη. Αν μειωθεί και η ένταση φωτισμού του ουράνιου θόλου, θα έχουμε μια καλή εικόνα της νυχτερινής άποψης του ναού. Η εικόνα δεν θα είναι ακριβής, καθώς τα στοιχεία φωτισμού και οι γωνίες είναι για διαφορετικές ώρες, αλλά είναι μια ικανοποιητική, οπτικά, γενική ιδέα. Επίσης, σε αυτή την περίπτωση, θα κάνουν διαφορά οι φωτεινές πηγές που τοποθετήθηκαν ως πυρσοί. Οι μετρήσεις τους, οπότε και τα sliders, είναι σε lumens και μπορούν να φτάσουν αρκετά πάνω από το όριο ενός κανονικού πυρσού. Το πλεονέκτημα που μας παρέχει το λογισμικό Multilight, είναι ότι η όλη διαδικασία αλλαγής φωτισμού γίνεται χωρίς να χρειαστεί ξανά render με διαφορετικά δεδομένα, στιγμιαία πάνω στο έτοιμο mxi project. Το αποτέλεσμα δεν θα είναι κάτι αρκετά μεγάλης ακρίβειας για μετρήσεις αλλά αρκετό για μια πρώτη εικόνα, ίσως για μια προσομοίωση ή ως ένα preview ενός μελλοντικού πιθανού render.

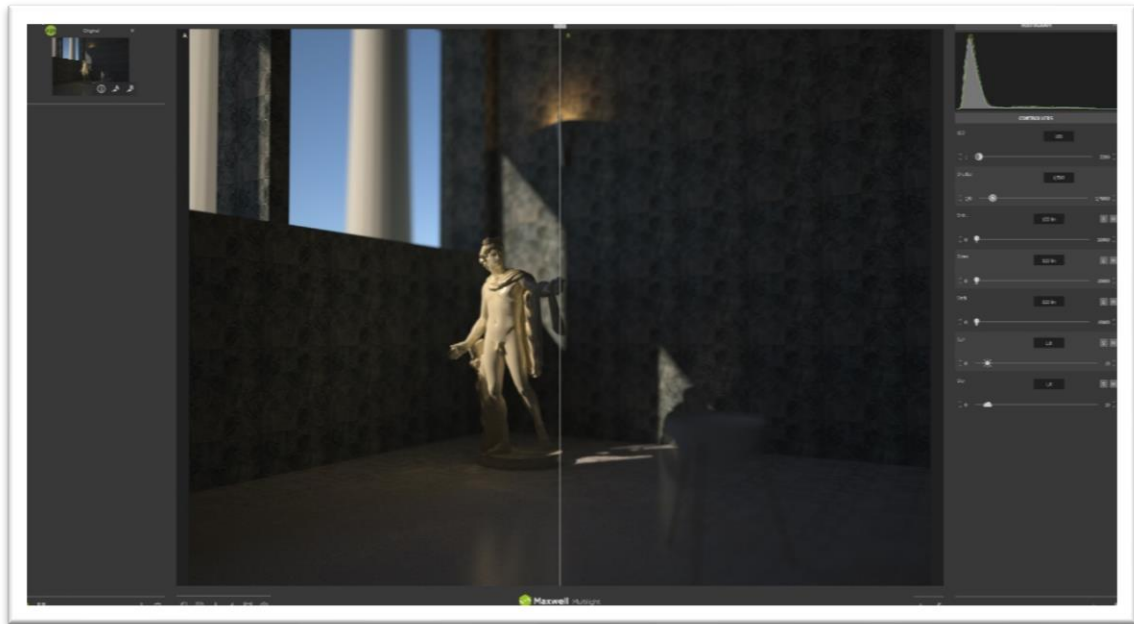
Παρακάτω φαίνεται δείγματα του Maxwell Multilight κατά την διάρκεια δοκιμών τοποθέτησης υλικού και μετακίνησης του αγάλματος του Απόλλωνα στον χώρο.



Εικόνα 29 : Δείγμα στο Multilight της πρόσοψης του ναού.



Εικόνα 30 : Δείγμα στο Multilight του ναού από ανατολικά.

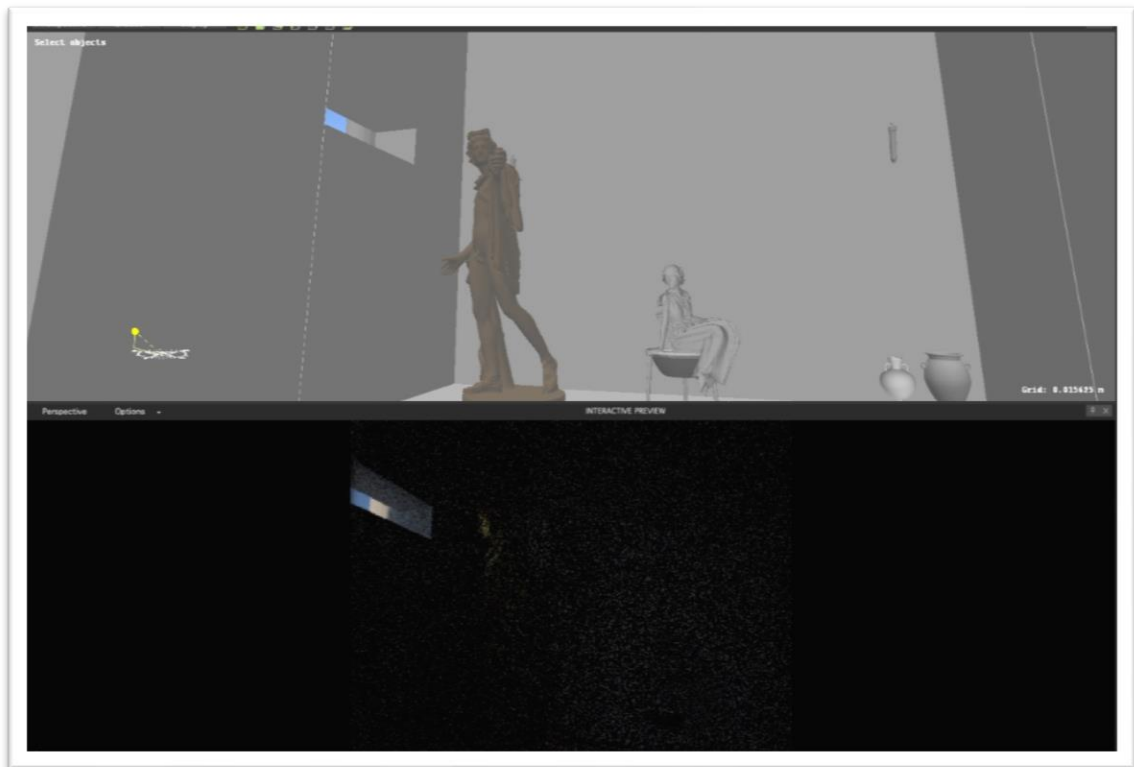


Εικόνα 31 : Δείγμα στο Multilight του εσωτερικού του ναού.

5.3 Live previews για ηλιοστάσια και ισημερίες

Παρακάτω παρουσιάζονται τα τελικά render. Όλα έγιναν σε μορφή αρχείου mxi για το Multilight και συμπεριλαμβάνονται στο συνοδευτικό ψηφιακό υλικό.

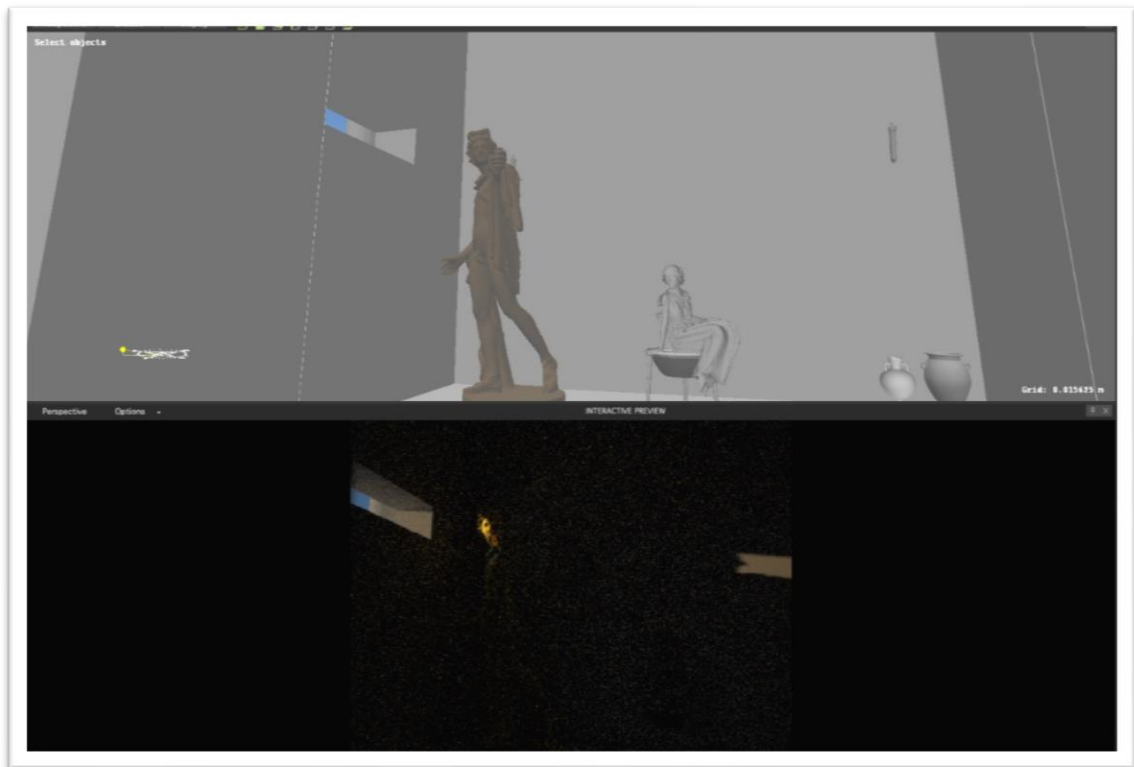
Αρχικά φαίνονται τα live previews στο περιβάλλον του Maxwell Studio για κάθε ημερομηνία, δηλαδή πιο γρήγορα και λιγότερο λεπτομερή render για να έχουμε μια γρήγορη εικόνα του τελικού αποτελέσματος.



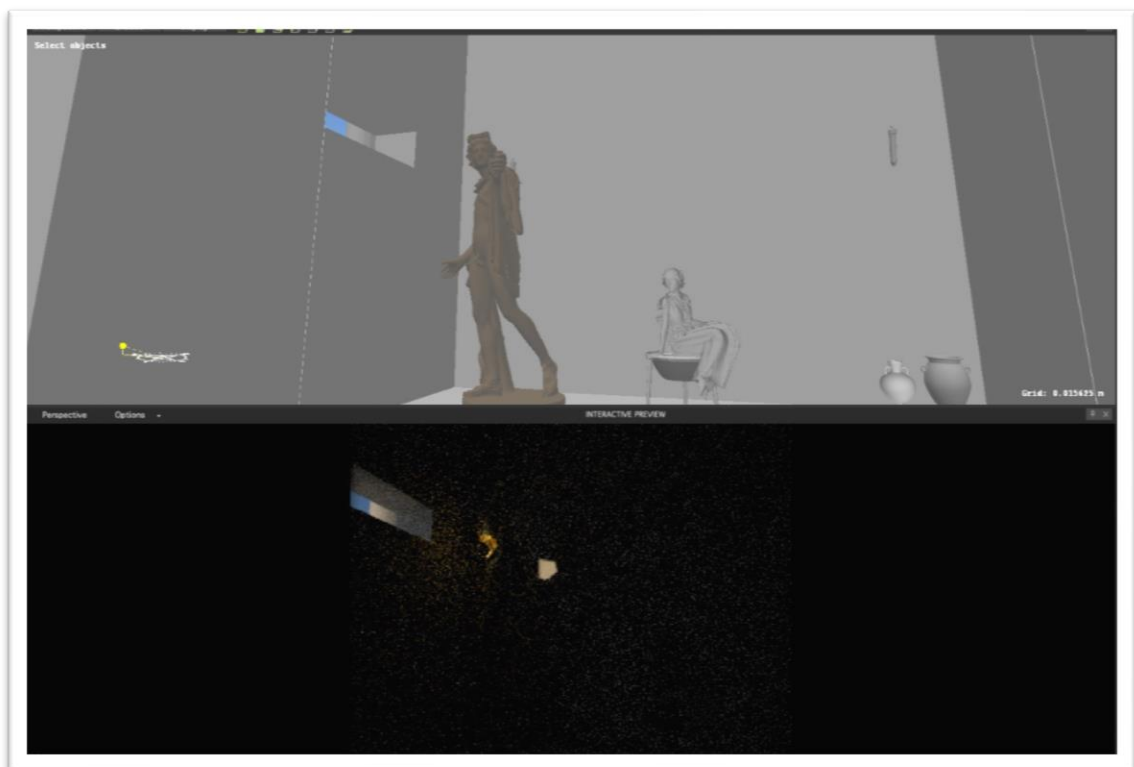
Εικόνα 32 : Φωτισμός στο Maxwell, live preview στις 21/06 στις 06:55

Φαίνεται και εδώ, στην παραπάνω εικόνα, ότι με το υπάρχον παράθυρο θα ήταν αδύνατο να έχουμε απ' ευθείας φωτισμό στο άγαλμα στο θερινό ηλιοστάσιο. Ο περιβάλλοντας χώρος φαίνεται πως φωτίζεται μέσα από το παράθυρο, αλλά η γωνία και το ύψος του ηλιακού δίσκου είναι σε τέτοιο σημείο που οι ακτίνες του δεν μπορούν να φτάσουν το άγαλμα απ' ευθείας.

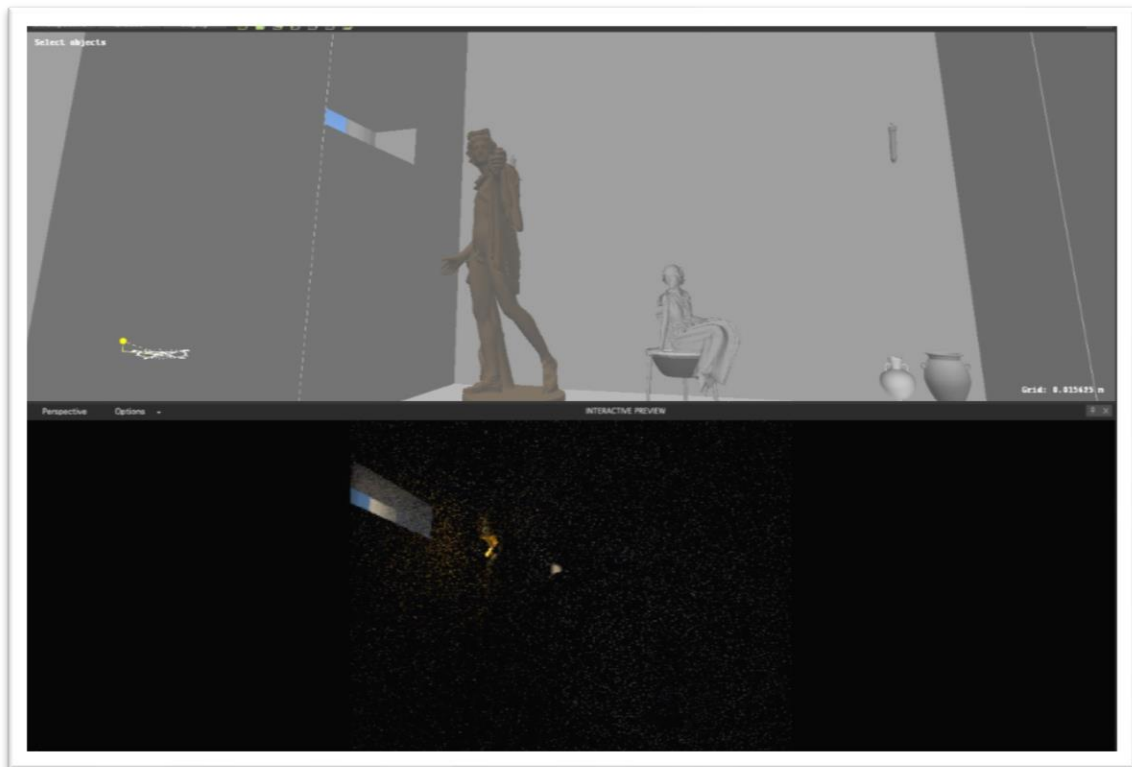
Αντιθέτως, στις εικόνες που ακολουθούν, ο ήλιος φωτίζει άμεσα το άγαλμα και, ειδικά στην περίπτωση του χειμερινού ηλιοστασίου, το πρόσωπο του Απόλλωνα



Εικόνα 33: Φωτισμός στο Maxwell, live preview στις 21/12 στις 07:46



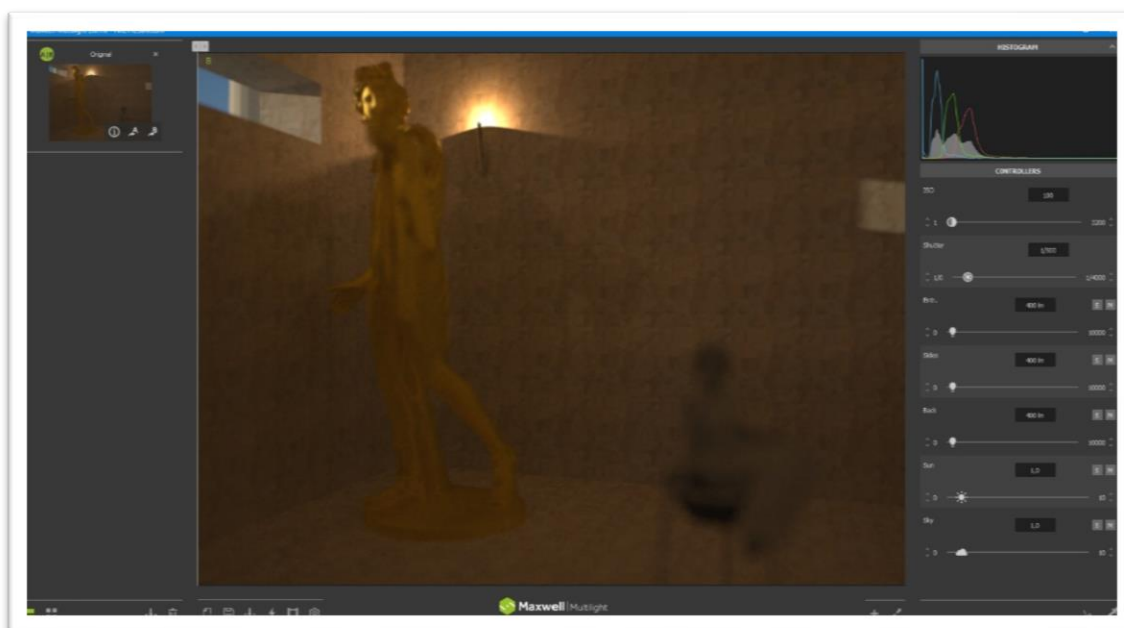
Εικόνα 34 : Φωτισμός στο Maxwell, live preview στις 20/03 στις 07:36



Εικόνα 35 : Φωτισμός στο Maxwell, live preview στις 23/09 στις 06:36

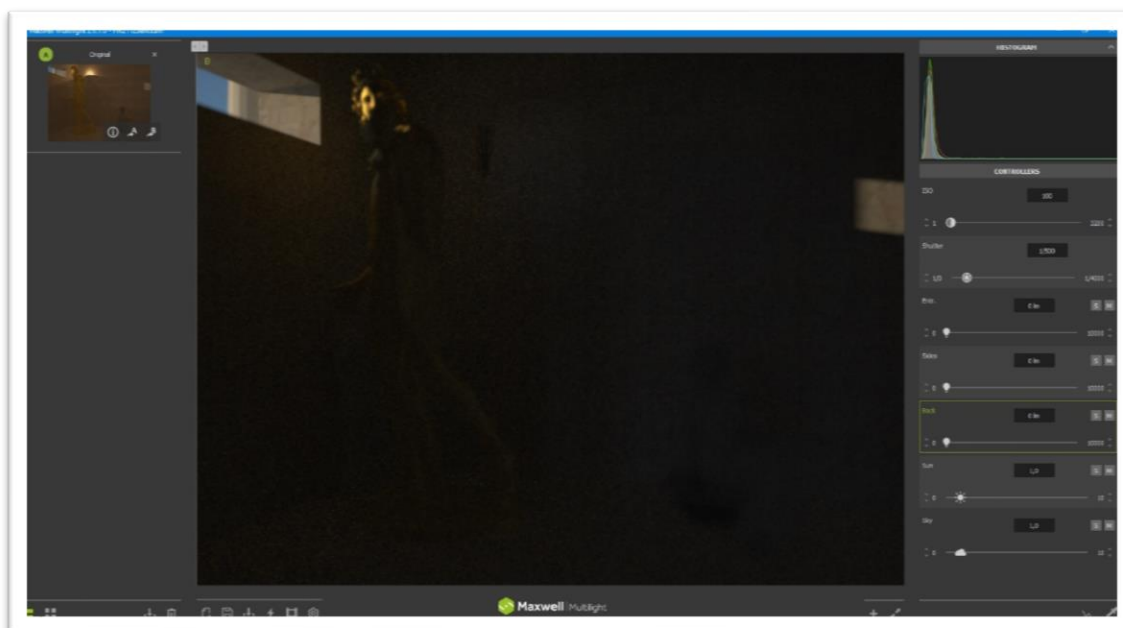
5.4 Τελικά render

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των render με ημερομηνία και ώρα, αφού έχουν ολοκληρωθεί στο Maxwell και προβληθεί στο Multilight. Αρχικά έχουμε το χειμερινό ηλιοστάσιο, αφού αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους σκοπούς της εργασίας.



Εικόνα 36 : Το άδυτο του ναού στις 21/12, 07:36

Στην εικόνα φαίνονται στα αριστερά το παράθυρο, το χρυσό άγαλμα και στα δεξιά κάτω η Πυθία επάνω στον τρίποδα. Να σημειωθεί ότι η Πυθία είναι χωρίς να έχουν τοποθετηθεί υλικά, επειδή το μοντέλο από το Daz Studio παρουσίαζε προβλήματα στην μεταφορά από το ένα λογισμικό στο άλλο. Όπως φαίνεται παραπάνω, το πρόσωπο του αγάλματος φωτίζεται έντονα από τον ήλιο. Για να φανεί καλύτερα, μειώθηκε στο Multilight το φως από τους πυρσούς στο ελάχιστο.



Εικόνα 37: Το άδυτο του ναού στις 21/12, 07:36

Στην παραπάνω εικόνα, έχει μειωθεί ο φωτισμός των πυρσών στο 0, όπως φαίνεται στα δεξιά στα sliders. Χωρίς κανέναν δευτερεύον φωτισμό πλέον, ο ήλιος, λίγο μετά την ώρα της ανατολής, φωτίζει το πρόσωπο του αγάλματος απ' ευθείας. Ακολουθούν και οι εικόνες από έξω κοιτώντας προς το εσωτερικό του ναού στο άδυτο.

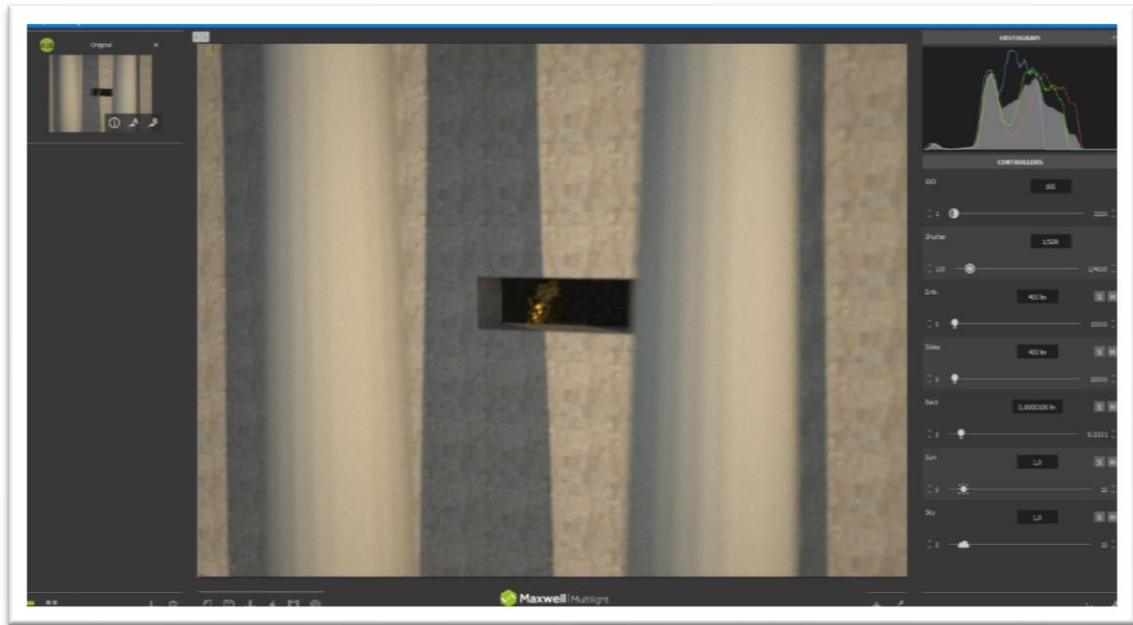


Εικόνα 38 : Το παράθυρο προς το άδυτο στο ναού από το εξωτερικό στις 21/12, 07:36



Εικόνα 39 : Το παράθυρο προς το άδυτο στο ναού από το εξωτερικό στις 21/12, 07:36

Ακολουθούν τα render για τις ισημερίες. Έγιναν αποκλειστικά κοιτώντας από έξω προς το εσωτερικό του ναού, προς το άδυτο, καθώς λόγω της θέσης του αγάλματος και χρήσης του συγκεκριμένου μοντέλου, το οποίο κοιτάει προς τα αριστερά του, είναι δύσκολο να φανεί από το εσωτερικό του χώρου που ακριβώς το φωτίζει ο ήλιος, μιας και οι ακτίνες φωτίζουν την πίσω δεξιά πλευρά του κεφαλιού.



Εικόνα 40 : Το παράθυρο προς το άδυτο στο ναού από το εξωτερικό στις 20/03, 06:36



Εικόνα 41 : Το παράθυρο προς το άδυτο στο ναού από το εξωτερικό στις 23/09, 07:21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΞΕΛΙΞΗ

6.1 Συμπεράσματα

Από τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν, καθώς και το τελικό αποτέλεσμα της μοντελοποίησης, είναι ξεκάθαρο πως η μοναδική περίπτωση να είναι δυνατός ένας τέτοιος φωτισμός, όπου το χρυσό άγαλμα να φωτίζεται από το πρώτο φως του ηλίου στο χειμερινό ηλιοστάσιο και λιγότερο στις ισημερίες και το θερινό, είναι για την συγκεκριμένη κάτοψη, όπου η εσωτερική κιονοστοιχία δεν παρεμβάλλεται καθόλου ανάμεσα στο ηλιακό φως και το άγαλμα και είναι τοποθετημένη εκτός του αδύτου, στον σηκό ή, υπό προϋποθέσεις, συνεχίζεται και στο εσωτερικό του αδύτου.

Ένα ακόμη συμπέρασμα είναι ότι για να είναι δυνατόν το θέαμα αυτό, θα έπρεπε να υπάρχει και το αντίστοιχο παράθυρο, στην θέση που απεικονίστηκε, στον αριστερό τοίχο του αδύτου. Το παράθυρο θα έπρεπε να ανοίγει ή προς τα έξω, με το φύλλο στα αριστερά του ή προς το εσωτερικό του χώρου, καθώς αλλιώς θα παρεμβαλλόταν στο ηλιακό φως, δημιουργώντας έντονη σκιά. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα να μην φωτίζεται και πάλι το άγαλμα πιο αργά μέσα στην ημέρα, αλλά αρκετά αργότερα από την ανατολή του ηλίου. Στην περίπτωση που θα είχαμε παραπάνω από ένα παράθυρο, ουσιαστικά τα πολλαπλά θα αντικαθιστούσαν αυτό το ένα ως θέση και όγκο.

Προκύπτει πλέον το ερώτημα της κάτοψης, καθώς και της χωροταξίας. Αν δεχτούμε ότι το μοντέλο προσεγγίζει την εμφάνιση του ναό όπως ήταν, μπορούμε να ανάγουμε κάποια συμπεράσματα για όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα του χώρου. Ο σιδερένιος θρόνος του Πίνδαρου, τα αγάλματα και όλα όσα αναφέρονται από επισκέπτες στον ναό, θα ήταν τοποθετημένα είτε μπροστά από τους κίονες, έτσι ώστε να αφήσουν κενό ανάμεσα τους για τα ρητά των Επτά Σοφών, είτε ανάμεσα στους κίονες, με τα ρητά χαραγμένα στα πλάγια ή πιο ψηλά.

Ένα ερώτημα προκύπτει επίσης για το χρησιμογραφείο, όπου φυλάσσονταν τα αρχεία του ναού καθώς και τα ονόματα των Πυθιονικών. Γνωρίζουμε ότι το αρχείο καταστράφηκε μαζί με τον προηγούμενο ναό στον σεισμό του 373 π.χ. Με δεδομένο όμως ότι ο νεότερος ναός βασίστηκε στα σχέδια, αν δεν ήταν και πιστό αντίγραφο, του

παλαιότερου, το χρησιμογραφείο θα έπρεπε να βρίσκεται κάπου στον χώρο του ναού, πιθανώς μέσα στο άδυτο, καθώς υπάρχει ένας χώρος μέσα στο δωμάτιο, στα δεξιά της εισόδου, όπως σχεδιάστηκε.

6.2 Περαιτέρω Εξέλιξη

Αποδεχόμενοι ως δεδομένη την κάτοψη που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, καθώς και τις μελέτες σκιών και φωτισμού για τις συγκεκριμένες ημερομηνίες, προκύπτουν κάποια νέα πιθανά θέματα μελέτης.

Ένα από αυτά σίγουρα είναι η εξακρίβωση, σε όποιο βαθμό είναι δυνατόν, υπολοίπων ημερομηνιών που ήταν σημαντικές για την αρχαία λατρεία του Απόλλωνος και στην συνέχεια αντίστοιχες αναπαραστάσεις και shadow studies, καθώς και δημιουργία ηλιακών τόξων για κάθε μία από αυτές. Αν υπάρχουν κάποια δεδομένα που να προσδιορίζουν τις πιο σημαντικές ημερομηνίες, μπορεί να εξάγουμε αρκετά συμπεράσματα από τέτοιες μελέτες σε κάθε μία από αυτές.

Ένα ακόμη αντικείμενο μελέτης και συγκρίσιμος ναός θα ήταν και ο ναός του Ηφαίστου στο Θησείο. Είναι και αυτός της ίδιας περίπου χρονικής περιόδου και σώζεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό για να μπορεί να γίνει μία σχετική μελέτη.

Άλλο αντικείμενο μελέτης σίγουρα αποτελεί και η απεικόνιση του ουρανού και των αστερισμών σε ένα τέτοιο μοντέλο. Αν και κάτι τέτοιο είναι δυνατόν σε λογισμικά όπως το Stellaris ή το Celestia, θα είχε ξεχωριστό ενδιαφέρον να μπορούσε ο χρήστης να δει τι έβλεπαν οι αρχαίοι Έλληνες στον ουρανό σε διάφορες ώρες της ημέρας, πόσο μάλλον και στις σημαντικές, για την λατρεία, ημερομηνίες. Με λογισμικά όπως το Multilight, θα υπήρχει ακόμη και η δυνατότητα να δούμε την θέση των αστερισμών και την ημέρα, μειώνοντας το φως του ηλίου, και την σχέση τους, αν υπάρχει με το ιερό ή άλλα σημεία του χώρου.

Αναφέρθηκε και πριν ως ερώτημα, μία πιθανή μελέτη και ίσως αναπαράσταση όλου του εσωτερικού του ναού και, γιατί όχι, του συνόλου του αρχαιολογικού χώρου, καθώς τα υπόλοιπα οικοδομήματα έχουν το κάθε ένα το δικό του ξεχωριστό ενδιαφέρον. Αν υπάρχουν και έγκυρες μαρτυρίες για τις γύρω περιοχές και γεωγραφικά χαρακτηριστικά του χώρου, πιθανώς με αναγωγή ενός γεωγραφικού χάρτη να είναι

δυνατόν να εφαρμοστούν χρήσιμες μελέτες ή να διαπιστωθούν νέα δεδομένα για γειτονικές περιοχές.

Σχετική επίσης θα ήταν και η αναπαράσταση και σύγκριση άλλων ναών του Απόλλωνα. Σε πολλές περιπτώσεις η γενική μορφή του ναού παραμένει ίδια, ενώ σε άλλες, όπως για παράδειγμα ο ναός στις Βάσσες, ή και στα Δίδυμα φαίνονται σαν κατόψεις διαφορετικοί. Με ανακατασκευή των ναών με ακρίβεια, θα μπορούσαν να βγουν πολλά χρήσιμα συμπεράσματα για την κάθε τοποθεσία.

Σημαντική θα ήταν και μια αντίστοιχη μελέτη στον ναό του Άμμωνα Δία στην Σίβα, καθώς τα παράθυρα εκεί, ο προσανατολισμός τους και η άμεση σχέση τους με την μυθολογία των δύο αντίστοιχων θεών, δείχνει πολλές επιρροές από ή και προς την μυθολογία και λατρεία του Απόλλωνα. Ανάλογα και με τα νέα αποτελέσματα των Donaldson και Itawa, πιθανώς να προκύψουν νέα ερωτήματα για την εσωτερική διαμόρφωση του ναού, που ίσως να επηρεάσουν και την συγκεκριμένη μελέτη στον ναό των Δελφών.

Μια συνολική εικονική αναπαράσταση θα μπορούσε να γίνει, εκτός από αντικείμενο μελέτης χώρου και φωτισμού, ακόμη και μία μεγάλη εικονική περιήγηση ή ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι, όπου ο χρήστης να περιφέρεται στον χώρο, να προσπαθεί ίσως να αναγνωρίσει τα αγάλματα ή τα τεχνουργήματα, να λάβει έναν χρησμό, να παρακολουθήσει τα Πύθια ή ακόμη και να λάβει μέρος. Πέρα από το επιστημονικό ενδιαφέρον, δηλαδή, θα μπορούσε να αποκτήσει και εκπαιδευτικό, καθώς και τουριστικό χαρακτήρα.

Ένα ακόμη ενδιαφέρον θέμα σχετικά με τον φωτισμό, θα ήταν η μελέτη των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν περιβαλλοντικά, δηλαδή δεχόμενοι τον χρυσό χρωματισμό του αγάλματος να ανάγουμε ίσως δεδομένα για το turbidity και το όζον της ατμόσφαιρας της τότε εποχής, στοιχεία που μπορεί να βοηθήσουν σε άλλες μελέτες που εμπλέκονται με χρωματισμούς από ηλιακό φως. Σημαντική παραμένει και η μελέτη πιθανής μετατόπισης αστερισμών, έστω και λίγο, καθώς όπως φαίνεται από το μοντέλο, μια αλλαγή μερικών μοιρών στην οπτική γωνία δύναται να αλλάξει το αποτέλεσμα.

Οι πιθανές εφαρμογές είναι αρκετές, και στην πορεία μίας τέτοιας μελέτης θα προκύψουν πολλές ακόμη. Το σίγουρο είναι πως κάθε απάντηση θα οδηγεί και σε περαιτέρω ερωτήματα και διόδους για μελέτη.

Βιβλιογραφία

- Αισχύλος. Αγαμέμνων. σσ. 519-20.
- Βαλαβάνης, Π. (2017). *Ιερά και Αγώνες στην Αρχαία Ελλάδα*. Καπον.
- Παυσανίας. *Ελλάδος Περιήγησις*.
- Πετράκος, Β. (1971). *Δελφοί*. Έσπερος.
- Anderson, W. J., & Spiers, R. P. (1927). *The Architecture of Ancient Greece*. (W. B. Dinsmoor, Επιμ.) Batsford.
- Bard, K. (1999). *Encyclopedia of the Archaeology of Ancient Egypt*. Routledge.
- Burkert, W. (2015). *Αρχαία Ελληνική Θρησκεία*. (Ν. Μπεζαντάκος, & Α. Αβαγιανού, Μεταφρ.) Καρδαμίτσα.
- Donaldson, D. T., & Itawa, R. (2008-2018). *The Source in the Sahara*. Ανάκτηση από The Source in the Sahara: <https://thesourceinthesahara.com/>
- E-Delphi*. (2018). Ανάκτηση από Αρχαιολογικό Μουσείο και Χώρος Δελφών: <http://www.e-delphi.gr/>
- Google Images*. Ανάκτηση 2018, από <https://images.google.com/>
- Google Maps*. Ανάκτηση από <https://www.google.com/maps>.
- Gottfried, G. (2000). *Ιερά και Ναοί των Αρχαίων Ελλήνων*. (Δ. Ακτοέλη, Μεταφρ.) Καρδαμίτσα.
- Grimal, N. (1994). *A History of Ancient Egypt*. Wiley-Blackwell.
- Hart, G. (2005). *The Routledge Dictionary of Egyptian Gods and Goddesses*. Routledge.
- Hoffman, T. (2018). *Suncalc*. Ανάκτηση από Suncalc: www.suncalc.org
- Lane Fox, R. (2004). *Alexander the Great*. Penguin.
- Liritzis, I., & Castro, B. (2013). Delphi and Cosmovision: Apollo's Absence At the Land of the Hyperboreans and the Time for Consulting the Oracle. *Journal of Astronomical History and Heritage*(16).
- Liritzis, I., & Vassiliou, H. (2002, 4). Astronomical Orientations of Ancient Temples at Rhodes and Attica with a Tentative Interpretation. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*.
- Liritzis, I., Bousoulegka, E., Nyquist, A., Castro, B., Alotaibi, F. M., & Drivaliari, A. (2017). New Evidence From Archaeoastronomy on Apollo Oracles and Apollo-Asclepius Related Cult. *Journal of Cultural Heritage*.
- Muller-Wiener, W. (1995). *Η Αρχιτεκτονική στην Αρχαία Ελλάδα*. (Μ. Σμιτ-Δούνα, Μεταφρ.) University Studio Press.
- National Gallery of Denmark. (2016). *Sketchfab*. Ανάκτηση από <https://sketchfab.com/models/fe5c0cfff2a4f3985872212c692af0c>

Vitruvius. De Architectura. (M. H. Morgan, Trans.) Project Gutenberg.