

**ΨΗΦΙΑΚΗ ΣΑΡΩΣΗ, ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ
ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΕΣ (ΑΝΑ)ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ:
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ.
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΚΟΥΤΡΟΥΛΟΥ ΜΑΓΟΥΛΑΣ**

*Κωνσταντίνος Παπαδόπουλος, Νίνα Κυπαρίσση-Αποστολικά,
Γιάννης Χαμηλάκης*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η έρευνα στο πεδίο, η μελέτη των ανασκαφικών δεδομένων και η ερμηνεία των αρχαιολογικών καταλοίπων βασίζονται σε ένα παράδοξο, ενώ ανασκάπτουμε σε τρεις διαστάσεις, χρησιμοποιούμε συστήματα καταγραφής που μεταφέρουν την τρισδιάστατη πληροφορία σε δυο διαστάσεις. Αυτές με τη σειρά τους, στο στάδιο της συμβατικής δημοσίευσης και του παραδοσιακού σχεδίου είτε στην προσπάθεια δημιουργίας μια αναλογικής ή ψηφιακής (ανα)παράστασης, χρησιμοποιούνται για να επαναφέρουν την πληροφορία στην τρίτη διάσταση. Με τη διαδικασία μετατροπής των τριών διαστάσεων σε δύο και των δύο σε τρεις πολλές πληροφορίες χάνονται, ενώ προστίθενται άλλες που δεν υπήρξαν ποτέ¹. Η δημοσίευση αυτή θα εξετάσει τα προβλήματα που δημιουργούνται από μια τέτοια προσέγγιση, προσπαθώντας να προτείνει, μέσα από τη μελέτη του υλικού από τη θέση Κουτρούλου Μαγούλα στο Νέο Μοναστήρι Φθιώτιδας, νέες τεχνικές που βελτιώνουν την καταγραφή, κατανόηση και ερμηνεία της τρισδιάστατης πληροφορίας².

Ο όρος τρίτη διάσταση δεν είναι μια αφηρημένη έννοια, αλλά αναφέρεται σε όλες εκείνες τις ιδιότητες του χώρου και των αντικειμένων που μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τον τρισδιάστατο χαρακτήρα τους. Πιο συγκεκριμένα, εκτός από τους τρεις άξονες στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, στοιχεία για τον προσδιορισμό του τρισδιάστατου χαρακτήρα του κόσμου που μας περιβάλλει δίνονται και από το χρώμα, την υφή και το σχήμα των αντικειμένων. Τα χαρακτηριστικά αυτά οδηγούν στην ερμηνεία των καταλοίπων και καταγράφονται παραδοσιακά σε ημερολόγια, σχέδια και φωτογραφίες.

Η ερμηνεία των αρχαιολογικών δεδομένων δεν αποτελεί μια ανεξάρτητη διεργασία που συμβαίνει στο τέλος, αφού έχουν ολοκληρωθεί όλα τα προηγούμενα στάδια της αρχαιολογικής έρευνας. Ο τρόπος που ανασκάπτουμε αποτελεί ερμηνεία, όχι όμως μια ερμηνεία που προκύπτει με το ίδιο τρόπο από όλους τους αρχαιολόγους και σε διαφορετικά ανασκαφικά συστήματα. Επιπλέον, η μέθοδος που καταγράφουμε αποτελεί ερμηνεία και μάλιστα κωδικοποιημένη με μια σειρά από συμβάσεις, που από τη μια αδυνατούν να καταγράψουν όλο το εύρος των δεδομένων και από την άλλη δεν είναι πάντα κατανοητές από όλους. Επομένως, η πρωτογενής πληροφορία αλλοιώνεται και σε πολλές περιπτώσεις χάνεται.

Ήδη από το 1970, οι εφαρμογές πληροφορικής έχουν σταδιακά κατακτήσει τη δική τους θέση στην αρχαιολογία, ενώ σταδιακά, με την απλοποίηση των μεθόδων και την ταυτόχρονη ενίσχυση των δυνατοτήτων τους, αρχίζουν να θεωρούνται ένα αναπόσπαστο κομμάτι της αρχαιολογικής έρευνας και όχι ένας ξεχωριστός επιστημονικός κλάδος. Όπως σε κάθε ανασκαφή, ο τρόπος καταγραφής και ερμηνείας των δεδομένων είναι υποκειμενικός και συχνά αντικατοπτρίζει τον διαφορετικό τρόπο αντίληψης κάθε αρχαιολόγου. Η περίπτωση της Κουτρούλου Μαγούλας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς είναι μια θέση που ανεσκάφη

1. Papadopoulos 2014.

2. Η μελέτη αυτή αποτελεί μέρος του προγράμματος αρχαιολογίας και αρχαιολογικής εθνογραφίας στη θέση Κουτρούλου Μαγούλα που διευθύνεται από τη Νίνα Κυπαρίσση και το Γιάννη Χαμηλάκη. Βλέπε επίσης άλλα άρθρα στον παρόντα τόμο.

και συνεχίζει να ανασκάπτεται από πολλούς αρχαιολόγους, ο καθένας από τους οποίους έχει έναν διαφορετικό τρόπο αντίληψης και καταγραφής των δεδομένων. Μάλιστα στην ανασκαφή έχουν χρησιμοποιηθεί δύο συστήματα καταγραφής. Από το 2001 έως το 2008 χρησιμοποιήθηκαν τα παραδοσιακά ημερολόγια, όπου οι ανασκαφικές πληροφορίες καταγράφονται σε περιγραφική αφήγηση ενσωματώνοντας στοιχεία για τα ευρήματα, ερμηνείες, σχέδια και φωτογραφίες. Αντίθετα, από το 2009 και επίσημα από το 2010, οπότε και ξεκίνησε και τυπικά η συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Σαουθάμπτον, χρησιμοποιείται το σύστημα των ξεχωριστών ανασκαφικών πλαισίων (*Single Context System*), επιτρέποντας το διαχωρισμό και την ομαδοποίηση των πληροφοριών στη βάση κάθε διακριτής ανθρώπινης δράσης, έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη συνεκτικότητα στην παραγόμενη πληροφορία. Παράλληλα συνεχίστηκε και η τήρηση ημερολογίων, για την καταγραφή των περιγραφικών λεπτομερειών. Όπως είναι φυσικό βέβαια και τα δύο συστήματα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη στιγμή που το υποκειμενικό στοιχείο διαδραματίζει μείζονα ρόλο. Συνειδητοποιώντας λοιπόν τις προβληματικές πτυχές των συμβατικών μεθόδων καταγραφής που χρησιμοποιούνται στην ανασκαφή, αναπτύχθηκαν μια σειρά από εφαρμογές με σκοπό τόσο την καταγραφή όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών για το ανεσκαμμένο υλικό, όσο και την περαιτέρω κατανόηση και ερμηνεία του τρισδιάστατου χαρακτήρα της θέσης. Παρακάτω, θα εξεταστούν δύο τεχνικές καταγραφής, η τρισδιάστατη σάρωση και η τρισδιάστατη φωτογραμμετρία, ενώ μεγαλύτερη έμφαση θα δοθεί στις δυνατότητες των ψηφιακών (ανα)παραστάσεων, ως εργαλείων μελέτης και ερμηνείας των δεδομένων.

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΣΑΡΩΣΗ

Η τρισδιάστατη σάρωση είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την καταγραφή τρισδιάστατης πληροφορίας, μέσω μιας ακτίνας λέιζερ που χτυπά στο αντικείμενο και επιστρέφει στην πηγή της, είτε καταγράφοντας το χρόνο ανάκλασης του φωτός, είτε τη θέση της ακτίνας και του αντικειμένου με τριγωνισμό³. Το αποτέλεσμα της σάρωσης, η λεπτομέρεια της οποίας φτάνει από χιλιοστά μέχρι και μικρόμετρα, είναι ένα σύννεφο σημείων (*point cloud*), που με την κατάλληλη επεξεργασία μετατρέπεται στο τρισδιάστατο αντικείμενο που έχει σαρωθεί.

Τα αποτελέσματα της ψηφιακής σάρωσης των 60 από τα περίπου 300 ειδώλια που έχουν έρθει στο φως μέχρι το 2012 ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά (**εικ. 1**) κυρίως για τα μεγαλύτερα σε μέγεθος, καθώς οι δυνατότητες του σαρωτή που χρησιμοποιήθηκε (*Konica Minolta Vivid 9i*) ήταν περιορισμένες για όσα αντικείμενα ήταν μικρότερα από 3 εκατοστά. Το σημαντικό όμως χαρακτηριστικό στην τεκμηρίωση ενός αντικειμένου με αυτή τη μέθοδο είναι πως καταγράφεται και γίνεται προσβάσιμη πλήρης τρισδιάστατη πληροφορία (μετρήσιμο μέγεθος, υφή και χρώμα) χωρίς να υπάρχει απαραίτητα πρόσβαση στο ίδιο το αντικείμενο. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της σάρωσης, αν και συχνότερα προσβάσιμα μέσω δυσδιάστατων μέσων (π.χ. οθόνη) δεν είναι στατικά, αλλά μπορούν να περιστραφούν, να φωτιστούν, να μεγεθυνθούν κ.ά., όπως θα συνέβαινε και με το πραγματικό αντικείμενο από τον ερευνητή. Κάτι τέτοιο για παράδειγμα έρχεται σε αντίθεση με την αναλογική ή ψηφιακή φωτογραφία, η οποία αν και μπορεί να καταγράψει σημαντικές λεπτομέρειες, τόσο για την υφή, όσο και για το χρώμα επιφανειών και αντικειμένων, παραμένει μια στατική μέθοδος, καθώς οι δυνατότητες που παρέχει στο χρήστη για διάδραση (*interaction*) με το αντικείμενο είναι πολύ περιορισμένες. Τέλος, τα λεπτομερή δεδομένα που προκύπτουν από την σάρωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τρισδιάστατη εκτύπωση των ίδιων των αντικειμένων. Όλα τα παραπάνω, ανοίγουν νέους δρόμους στην εξ αποστάσεως μελέτη των αντικειμένων και στη σχέση του κοινού με την αρχαιολογική μαρτυρία, καθώς είναι δυνατή τόσο η ηλεκτρονική, όσο και η φυσική πρόσβαση στα αντικείμενα.

Στην **εικ. 2**, το ειδώλιο 337γ (τομή Η, 2002) αποδίδεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους: σχέδιο (σκαρίφημα), φωτογραφία και τρισδιάστατη σάρωση. Στο παράδειγμα αυτό, αν και η φωτογραφική απόδοση του αντικειμένου παρέχει περισσότερη οπτική λεπτομέρεια σε σχέση με τον σαρωτή, οι τρεις άξονες μετατρέπονται σε δυο, δεν υπάρχει η δυνατότητα περιστροφής του αντικειμένου, ενώ επιπλέον αλλοιώσεις προκύπτουν λόγω των εγγενών περιορισμών της φωτογραφίας.

3. Böhler – Marbs 2002.

ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ

Η φωτογραφία είναι και θα συνεχίσει να είναι αναπόσπαστο κομμάτι της αρχαιολογικής τεκμηρίωσης. Επιπλέον, παρέχει πολλές (και εν πολλοίς αναξιοποίητες)⁴, ιδιαίτερα αν αντιμετωπιστεί ως μια ακόμα μορφή της υλικότητας της ανασκαφής. Όμως η συμβατική φωτογραφία από μόνη της δεν μπορεί να αποτελέσει ένα απόλυτα αξιόπιστο μέσο για την εξαγωγή χωρικών δεδομένων⁵, ακόμα και σε περιπτώσεις που υπάρχουν κλίμακες ή άλλα σημεία αναφοράς των διαστάσεων. Η φωτογραμμετρία, σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες τεχνικές που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στο πεδίο, μπορεί να βοηθήσει ώστε να μετρηθούν ή και να ξεπεραστούν τέτοιου είδους προβλήματα. Η φωτογραμμετρία, η τεχνική δηλαδή προσδιορισμού των διαστάσεων, του σχήματος, και της θέσης των αντικειμένων στο χώρο μέσω φωτογραφιών, εμφανίζεται στα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Με την εισαγωγή της φωτογραμμετρίας στην αρχαιολογική τεκμηρίωση, οι αποτυπώσεις που μέχρι τότε γίνονταν μέσω συμβατικών μεθόδων και περιορίζονταν σε γραμμικά σχέδια, π.χ. κατόψεις, τοπογραφικά κ.ά., ενισχύονται σημαντικά με αποτέλεσμα να μπορούν να εξαχθούν μετρήσιμα χωρικά δεδομένα από τις φωτογραφίες, τα οποία και μπορούν να αποτυπωθούν εκτός από το χαρτί και σε μια σειρά ψηφιακών και τρισδιάστατων μέσων απεικόνισης. Ανάμεσα στις αρκετές φωτογραμμετρικές εφαρμογές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην αρχαιολογία, είναι η ορθοφωτογραφία, η μετατροπή δηλαδή της φωτογραφίας σε ορθή προβολή, με ταυτόχρονη διόρθωση των προβλημάτων που παρουσιάζει μια απλή φωτογράφιση (στροφές της κάμερας, διαστροφή του φωτογραφικού φακού κ.α.), έτσι ώστε το περιεχόμενο να απεικονίζεται στην ορθή του θέση.

Στην Κουτρολού Μαγούλα, εφαρμόστηκε τρισδιάστατη φωτογραμμετρία, η οποία προέρχεται από ένα από τα πιο εξελισσόμενα πεδία της επιστήμης των υπολογιστών, την υπολογιστική όραση (*computer vision*). Για την εφαρμογή αυτή, χρησιμοποιήθηκαν 150 φωτογραφίες από το Κτήριο 1 και το λογισμικό *Agisoft Photoscan*, με σκοπό να εξαχθούν τρισδιάστατες απεικονίσεις με όλα τα χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου, όπως υφή και χρώμα. Για να μπορέσει να λειτουργήσει η σύνθεση των φωτογραφιών σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο, απαιτούνται φωτογραφίες του ίδιου φωτογραφιζόμενου θέματος από διαφορετικές γωνίες λήψης με σημαντική αλληλοεπικάλυψη. Αρχικά, οι φωτογραφίες, πρέπει να ελεγχθούν σε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων έτσι ώστε να γίνουν όποιες διορθώσεις χρειάζονται στη φωτεινότητα και την αντίθεσή τους. Αφού οι φωτογραφίες ενωθούν μεταξύ τους, το πρόγραμμα δημιουργεί ένα σύννεφο σημείων, το οποίο με τη σειρά του μετατρέπεται σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο, το οποίο λαμβάνει στο τελικό στάδιο υφές και χρώματα με βάση τα στοιχεία που εξάγονται από τις φωτογραφίες (εικ. 3). Το τελικό αποτέλεσμα, αν συγκριθεί με το σχέδιο και τη φωτογραφία (εικ. 4), δεν είναι καλύτερο μόνο οπτικά για την κατανόηση της αρχαιολογικής πληροφορίας. Είναι σημαντικό, πως πρόκειται για μετρήσιμη πληροφορία, σε αντίθεση τόσο με την απλή ψηφιακή φωτογράφιση, όσο και με το σχέδιο, που αν και θεωρείται ένας ακριβής τρόπος καταγραφής χρησιμοποιεί συμβάσεις που ακόμα και αν είναι κατανοητές απ' όλους, σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να αποδώσουν όλο το εύρος της αρχαιολογικής πληροφορίας.

ΨΗΦΙΑΚΕΣ (ΑΝΑ)ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

Η τρισδιάστατη σάρωση και η φωτογραμμετρία, αποτελούν δυο τεχνικές καταγραφής και τεκμηρίωσης των αρχαιολογικών δεδομένων. Η μέθοδος όμως, που μέσω της οπτικοποίησης, της εξέτασης, της υπόθεσης και της μελέτης μπορεί να συμβάλει σε όλα τα στάδια της ερμηνευτικής διαδικασίας, είναι οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις. Ήδη από τη δεκαετία του 1990, η εικονική πραγματικότητα και οι ψηφιακές εξομοιώσεις κατέκτησαν τη δική τους θέση στην αρχαιολογία. Βέβαια, οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο ως ένα μέσο παρουσίασης της αρχαιολογικής ερμηνείας, ως τελικά προϊόντα, και όχι ως ένα μέσο που θα βοηθούσε στην κατανόηση προβληματικών δεδομένων. Πολλές φορές μάλιστα, ιδιαίτερα στα πρώτα τους στάδια, στηρίζονταν στην ψευδαίσθηση μιας ανασύνθεσης του παρελθόντος, «όπως πραγματικά ήταν». Με τη βοήθεια των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων, οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις έχουν οδηγηθεί στο επόμενο βήμα, στην προσπάθεια, δηλαδή, ενσωμάτωσης αρχαιολογικών ερωτημάτων στη διαδι-

4. Bohrer 2011. Hamilakis κ.ά. 2009.

5. Dorrell 1989, 25. Βλ. ακόμα Shore 1998, 3.

κασία της οπτικοποίησης⁶. Αυτό που υποστηρίζεται σε αυτή τη δημοσίευση, είναι πως οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις θα πρέπει να λειτουργούν συμπληρωματικά με τις παραδοσιακές μεθόδους καταγραφής που χρησιμοποιούνται στην ανασκαφική πρακτική, καθώς μεταφέρουν την πληροφορία στην τρίτη διάσταση, μέσα από ένα τρισδιάστατο περιβάλλον. Κυρίως, είναι η ίδια η διαδικασία κατασκευής, που αν και πραγματοποιείται μέσω ενός δυσδιάστατου μέσου, λαμβάνει χώρα σε μια διεπιφάνεια (*interface*) ειδικά σχεδιασμένη έτσι ώστε να μπορεί να αποδώσει τις τρεις διαστάσεις του πραγματικού κόσμου. Όπως είναι φυσικό, κάτι τέτοιο δεν μπορεί να γίνει ούτε μέσω της αποτύπωσης των ευρημάτων σε αξονομετρικό σχέδιο, ούτε μέσω της φωτογράφισής τους με τις συμβατικές μεθόδους. Σε αυτά, αν και ενυπάρχουν υποδηλώσεις της τρίτης διάστασης τόσο στη διαδικασία παραγωγής τους, όσο και στα αποτελέσματα, κατ' ουσίαν παραμένουν τεχνικές που περιορίζονται στις δυο διαστάσεις. Με τη χρήση λοιπόν των τρισδιάστατων αυτών τεχνικών από τους ίδιους τους αρχαιολόγους του πεδίου για την ανασύσταση των αρχαιολογικών μαρτυριών, ανοίγονται νέοι δρόμοι στην αντίληψη και την κατανόηση των ανασκαφικών δεδομένων.

Οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις που παρουσιάζονται παρακάτω πραγματοποιήθηκαν για το Κτήριο 1 (τομές Η1, Η2), ενώ αντίστοιχες (ανα)παραστάσεις πραγματοποιήθηκαν και για το Κτήριο 2 (τομές Θ2, Θ3, Ι2, Ι3). Επειδή σπάνια τα δεδομένα και μάλιστα προϊστορικών θέσεων συνηγορούν υπέρ μιας και μόνο αποκατάστασης, διαφορετικές εκδοχές – υποθέσεις εργασίας πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να αναπτύσσεται ένας δημιουργικός διάλογος κατά την ερμηνευτική διαδικασία. Για το Κτήριο 1, εκτός από τη δημοσίευση στο ΑΕΘΣΕ 2003⁷, μελετήθηκαν εξ' αρχής τα ημερολόγια, τα σχέδια και οι φωτογραφίες, καθώς και αρχαιολογικά και εθνογραφικά παράλληλα από την ευρύτερη περιοχή και τη Βαλκανική γενικότερα. Όλα τα προβλήματα, οι υποθέσεις και αποφάσεις καταγράφηκαν σε ένα ιδιωτικό ιστολόγιο⁸, στο οποίο έχουν πρόσβαση όλα τα μέλη της επιστημονικής ομάδας, με σκοπό να καταθέσουν και οι ίδιοι τις απόψεις και τους προβληματισμούς τους καθώς προχωράει η διαδικασία της οπτικοποίησης.

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η ανώτερη φάση του Κτηρίου 1. Η φάση αυτή, αποτελείται από ένα σπίτι της Μέσης Νεολιθικής, που καλύπτει εσωτερικά επιφάνεια 23 τ.μ. και έχει λίθινα θεμέλια από λευκές ασβεστολιθικές πλακαρές πέτρες της περιοχής, οι οποίες είναι τοποθετημένες λοξά στο τύπο του ψαροκόκαλου. Η ψηφιακή (ανα)παράσταση του κτηρίου ακολούθησε μια τεχνική κατασκευής που κατά κανόνα δεν ενδείκνυται στα ψηφιακά μοντέλα. Το λίθινο θεμέλιο για παράδειγμα, κατασκευάστηκε πέτρα-πέτρα, ακολουθώντας κατά κάποιο τρόπο την τεχνική κατασκευής μιας φυσικής αποκατάστασης στο πλαίσιο μιας πειραματικής προσέγγισης. Με αυτόν τον τρόπο, τα περισσότερα ερωτήματα που τίθενται δεν είναι πλέον τεχνικής φύσεως, όπως π.χ. πώς θα κατασκευαστεί ο τοίχος για να φαίνεται πιο ρεαλιστικός, αλλά αφορούνται από αρχαιολογικές υποθέσεις και προβληματισμούς, όπως π.χ. πώς ήταν τοποθετημένες οι πέτρες ώστε να δημιουργήσουν ένα σταθερό θεμέλιο που θα συγκρατεί την ανωδομή;

Ένα ενδιαφέρον στοιχείο προς συζήτηση αποτελεί το τελικό ύψος του λίθινου θεμελίου. Σύμφωνα με τα δεδομένα από άλλες θέσεις της περιόδου⁹ και εθνογραφικά παράλληλα από την περιοχή, είναι λογικό να θεωρηθεί πως η λίθινη θεμελίωση είχε χαμηλό ύψος, 0,40-0,50 μ. Βέβαια τα δεδομένα από την παλαιότερη φάση του Κτηρίου, δείχνουν πως το λίθινο θεμέλιο είναι πιθανό να ξεπερνούσε το 1 μέτρο (εικ. 5). Σε αυτή βέβαια την περίπτωση δεν είναι δυνατόν να μιλήσει κανείς με βεβαιότητα για λίθινο θεμέλιο ή λιθόκτιστο σπίτι, ή ακόμα για αισθητική προτίμηση, ή για λειτουργική απόφαση. Στην περίπτωση βέβαια της υπό μελέτη φάσης είναι βέβαιο πως η ανωδομή ήταν κατασκευασμένη με πλιθιά, πιθανότατα ενισχυμένη με ξύλα σε οριζόντια και κάθετη διάταξη. Πλιθιά και οικοδομικός πηλός με αποτυπώματα δείχνουν πως άχυρα και καλάμια χρησιμοποιήθηκαν τόσο ως προσμίξεις στο μείγμα του πηλού, όσο και για την κατασκευή της οροφής, η οποία μπορεί να ήταν επίπεδη, δικλινής ή σαμαρωτή με καλάμια και άχυρα και ενδεχομένως επάλειψη με μια λεπτή στρώση από πηλό (εικ. 6). Τέλος, ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί η εύρεση πήλινων στοιχείων παγιδευμένων στην πεσμένη ανωδομή του κτηρίου, τα οποία έχουν παρομοιαστεί με ένα είδος χοντλής κεράμωσης προερχόμενης από τη στέγη. Βέβαια, η χρήση κεραμιδιών θα αύξανε αναίτια το βάρος της στέγης, επιβαρύνοντας την ανωδομή, καθιστώντας απαραίτητη την ύπαρξη πολλαπλών υποστυλωμάτων στο εσωτερικό, μειώνοντας ταυτόχρονα το διαθέσιμο χώρο. Παρόλα αυτά, ένα επίμηκες κτίσμα με λίθινη θεμε-

6. Papadopoulos – Earl 2013.

7. Κυπαρίσση-Αποστολικά 2006.

8. <http://koutrouloumagoula3dvisualisation.blogspot.co.uk/>

9. Βλέπε π.χ. Σέσκλο: Κωτσάκης (υπό έκδοση).

λίωση και πλίνθη ανωδομή που χρησιμοποιείται σαν σήμερα αποθήκη στην περιοχή του Νέου Μοναστηριού, έφερε κεραμοσκεπή.

Το δάπεδο του κτηρίου καλύπτεται από πέτρες ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στη θεμελίωσή του. Η αποκάλυψη ευρημάτων πάνω σε χώμα και όχι κατευθείαν πάνω στην πλακόστρωση ίσως δείχνει πως το δάπεδο ήταν καλυμμένο με πατημένο χώμα, όπως έχει επιβεβαιωθεί και στο δεύτερο σπίτι.¹⁰ Κάποια κυκλικά κενά στο δάπεδο, στα σημεία που δεν καλύπτεται από λίθους, δε φαίνεται να οφείλονται όλα στην ύπαρξη πασσάλων για τη στήριξη της στέγης, ενώ δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο να αποτελούσαν λάκκους για τη στήριξη αγγείων (εικ. 5). Με βάση το προηγούμενο, οι εναλλακτικές (ανα)παραστάσεις που μπορούν να κατασκευαστούν, είναι είτε με εσωτερικούς πασσάλους να αποτελούν τους κύριους φορείς της στέγης, είτε με την ανωδομή να αποτελεί τον φορέα της στέγης, ενισχυμένη με τουλάχιστον ένα κεντρικό υποστύλωμα (εικ. 7).

Στο νότιο τμήμα του κτηρίου, ανατολικά από το σημείο που βρίσκεται η κύρια είσοδός του, έχει βρεθεί μια πρόχειρα κατασκευασμένη εστία με κατάλοιπα φωτιάς και όστρακα πιθοειδούς αγγείου τοποθετημένα σε κυκλική διάταξη. Η ύπαρξη εστίας υπαγορεύει και την ύπαρξη ανοίγματος στη στέγη, η οποία θα διευκόλυνε τόσο την απομάκρυνση του καπνού, όσο και το φωτισμό του εσωτερικού. Η μελέτη και ανάλυση φυσικού φωτισμού που πραγματοποιήθηκε, έδειξε πως η ποσότητα φωτός που εισέρχεται στο εσωτερικό από το μεγάλο άνοιγμα 2,1 μ. της κύριας εισόδου και το άνοιγμα στην οροφή είναι ικανοποιητικά για έναν χώρο που πραγματοποιούνται οικιακές δραστηριότητες (εικ. 8).

Παρατηρώντας κανείς τις αναπαραστάσεις αυτές, εύλογα θα διερωτηθεί για την απουσία των μικρών ευρημάτων. Αν και μέσα στο κτήριο εντοπίστηκαν λίθινα εργαλεία, θραυσμένη χρηστική κεραμική, ανθρωπόμορφα ειδώλια και μεγάλος αριθμός οστών ζώων, σημαντικό μέρος αποκαλύφθηκε έξω από τα ανατολικά όρια του σπιτιού. Βέβαια η μελέτη του υλικού βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη, και επομένως η τοποθέτηση ευρημάτων στο χώρο, τουλάχιστον σε αυτό το στάδιο της έρευνας, δε θα μπορούσε να στηριχτεί σε ασφαλή στοιχεία.

Οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις δίνουν τη δυνατότητα για υποθέσεις και προβληματισμούς, κάτι που δε θα ήταν δυνατό μέσω συμβατικών μεθόδων. Ακόμα και αν υπήρχε η δυνατότητα για μια φυσική αποκατάσταση του κτηρίου, δε θα ήταν δυνατή η κατασκευή πολλαπλών εκδοχών για να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν οι όποιες υποθέσεις μας. Για παράδειγμα, έχει συχνά εκφραστεί η άποψη ότι χρώμα ή και δέρματα ζώων χρησιμοποιούνταν για τη διακόσμηση της ανωδομής και της στέγης, κατά τα πρότυπα των ομοιωμάτων οικιών και των εθνογραφικών παραλλήλων. Πόσο διαφορετική θα ήταν η αίσθηση και η αντίληψη του χώρου, με κάθε μια από αυτές τις παραμέτρους (εικ. 9);

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τρισδιάστατη σάρωση και η φωτογραμμετρία, μπορούν να θεωρηθούν ιδιαίτερα χρήσιμα εργαλεία τεκμηρίωσης μιας ανασκαφής και διατήρησης του τρισδιάστατου χαρακτήρα της. Επιπλέον, επιτρέπουν τη διάδραση μελετητή και ευρημάτων, μέσα από την ενσωμάτωση κίνησης, αυξομειώσεων στο μέγεθος των αντικειμένων, εναλλαγών φωτισμού κ.ά. σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους που τα αποτελέσματά τους περιορίζονται στις δυο διαστάσεις. Αντίθετα, οι ψηφιακές (ανα)παραστάσεις αποτελούν ένα πολύ πιο σύνθετο εργαλείο το οποίο αν χρησιμοποιηθεί σωστά, παρέχει τόσο στο κοινό, όσο και στους ίδιους τους ερευνητές έναν άλλο τρόπο αντίληψης της αρχαιολογικής πληροφορίας. Στη ανασκαφή, αλλά και στη μελέτη του υλικού της Κουτρούλου Μαγούλας, γίνεται σημαντική προσπάθεια, τόσο να χρησιμοποιηθούν με νέους τρόπους οι συμβατικές μέθοδοι αρχαιολογικής τεκμηρίωσης, όσο και να ενταχθούν στο πρόγραμμα όλες εκείνες οι τεχνολογίες που μπορούν να συμβάλουν τόσο στην πληρέστερη καταγραφή, όσο και στην κατανόηση των δεδομένων. Εξετάζοντας κριτικά τις όποιες αντιφάσεις και ασάφειες της αρχαιολογικής πληροφορίας, προσπαθώντας να περιοριστούν οι λανθασμένες ή προβληματικές ερμηνείες και οριοθετώντας τις υποθέσεις που κάθε φορά είναι απαραίτητες, οι τεχνολογικές εξελίξεις και τα νέα ψηφιακά εργαλεία οδηγούν σε νέα μονοπάτια την αρχαιολογική έρευνα, προσφέροντας νέα δεδομένα, υποθέσεις και ερμηνείες, συμβάλλοντας έτσι σε μια τρισδιάστατη προσέγγιση, σύνθετων ερευνητικών ζητημάτων και δεδομένων.

10. Οριστική απάντηση θα μπορεί να δοθεί αφού προχωρήσει η μελέτη όλων των σχετικών δεδομένων.

SUMMARY

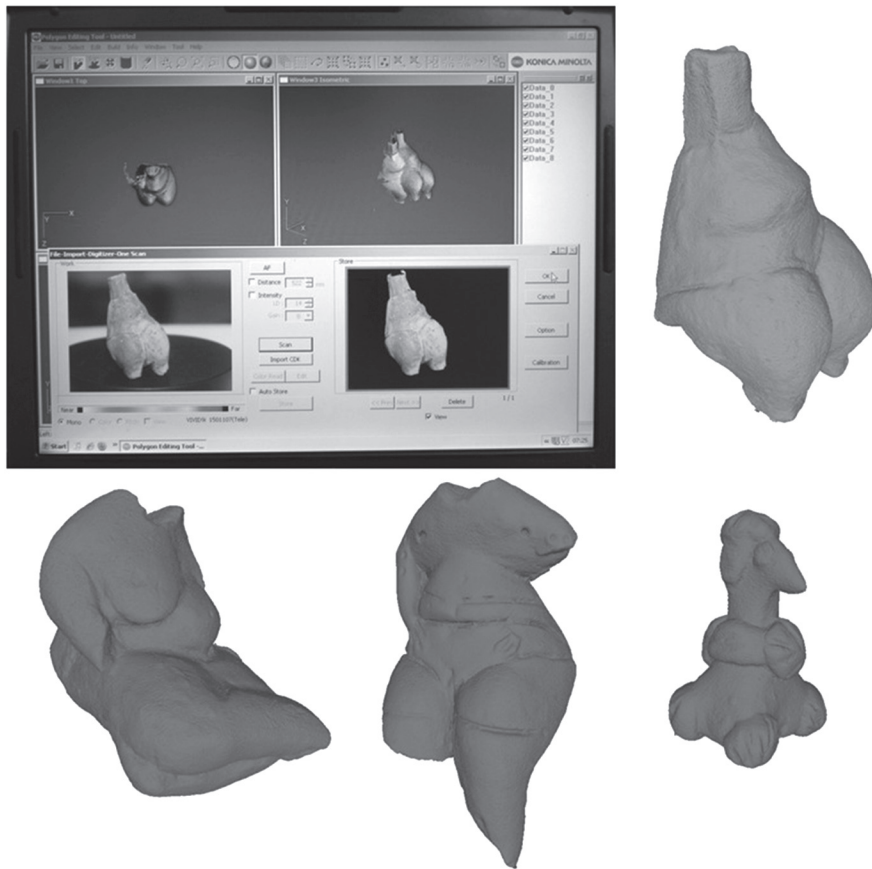
**3D SCANNING, PHOTOGRAMMETRY AND (RE)CONSTRUCTIONS
ARCHAEOLOGICAL DOCUMENTATION
AND INTERPRETATION IN THREE DIMENSIONS
THE CASE OF KOUTROULOU MAGOULA**

Constantinos Papadopoulos, Nina Kyparissi-Apostolika, Yannis Hamilakis

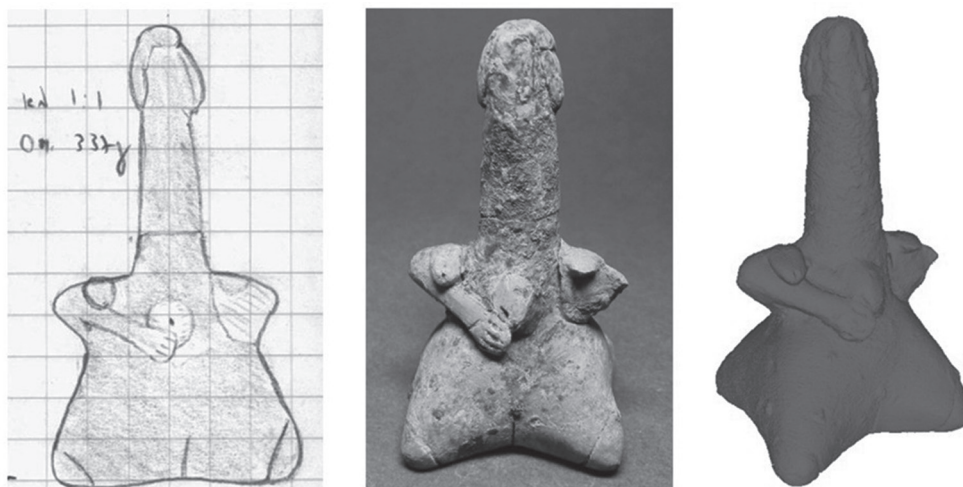
The work of archaeologists seems to be based on a paradox. In an attempt to produce a sustainable record that will act as a reference back to the destructive process of excavation, the excavated three-dimensional data are flattened, i.e. are turned into a two-dimensional construction by the various recording methodologies employed. These two-dimensional constructs, which carry ambiguities and contradictions, are restored to their initial three-dimensional nature in any attempt to visualise, research and understand the past. However, this process of turning three dimensions into two and two dimensions into three leaves data behind or introduces material that might have never existed. By drawing on the dataset from the Middle Neolithic site of Koutroulou Magoula, it is argued that three-dimensional techniques for recording and visualisation, such as laser scanning, photogrammetry and especially computer graphic simulations contribute a three-dimensional perspective to the study of the Neolithic.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

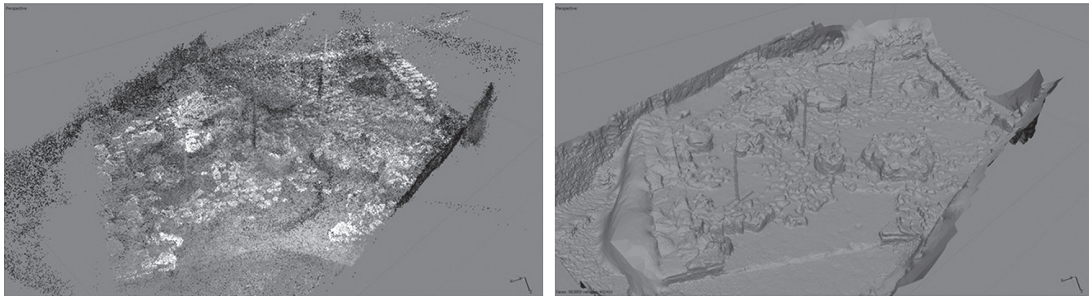
- Böhler W. – Marbs A., 2002. 3D Scanning Instruments, στο *Proceedings of CIPA WG6 Scanning for Cultural Heritage Recording. Institute for Spatial Information and Surveying Technology, University of Applied Sciences, Mainz*.
- Bohrer F., 2011. *Photography and Archaeology*, London.
- Dorrell P., 1989. *Photography in Archaeology and Conservation*, Cambridge.
- Hamilakis Y. – Kyparissi-Apostolika N., in collaboration with Loughlin T. – Tsamis V. – Cole J. – Papadopoulos C. – Zorzin N., 2012. Koutroulou Magoula in Central Greece: from the Neolithic to the Present, *Antiquity* 86 (<http://antiquity.ac.uk/projgall/hamilakis333>).
- Hamilakis Y. – Anagnostopoulos A. – Ifantidis F., 2009. Postcards from the edge of time: archaeology, photography, archaeological ethnography (a photo-essay), *Public Archaeology* 8, 283-309.
- Papadopoulos C. – Earl G., 2013. Formal Three-dimensional Computational Analyses of Archaeological Spaces, στο E. Paliou – U. Lieberwirth – S. Polla (επιμ.), *Spatial analysis and social spaces: interdisciplinary approaches to the interpretation of prehistoric built environments*, Topoi Berlin Studies of the Ancient World: De Gruyter, 135-165
- Papadopoulos C. 2014. *Knowledge Production through the Process of Digital Reconstruction: Simulation of Greek Neolithic Space*, Southampton (αδ. διδ. διατριβή).
- Shore S., 1998. *The Nature of Photographs*, Baltimore.
- Κυπαρίσση-Αποστολικά Ν., 2006. Κουτρολού Μαγούλα στο Νέο Μοναστήρι (Βόρεια Φθιώτιδα): Η αποκάλυψη μια νέας «αστικής» αρχιτεκτονικής Νεολιθικής εγκατάστασης, *ΑΕΘΣΕ* 1, 607-617.
- Κωτσάκης Κ. (υπό έκδοση). *Σέσκλο, οι Ανασκαφές του Δ.Ρ. Θεοχάρη 1956-1977. Η Στρωματογραφία και η Αρχιτεκτονική της Μέσης Νεολιθικής Περιόδου*, Αθήνα.



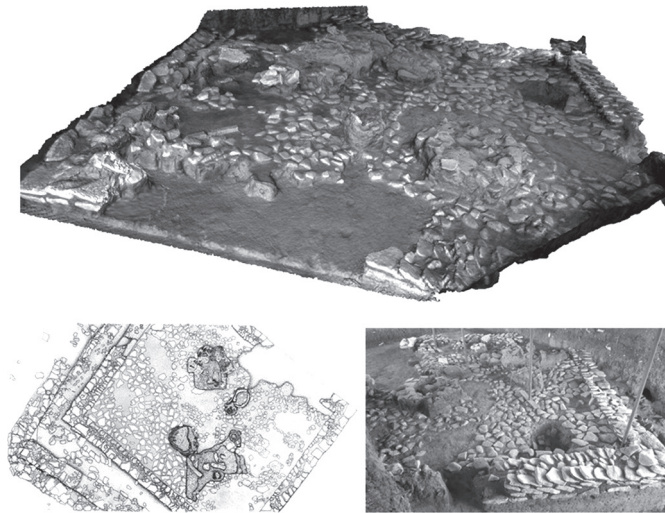
Εικ. 1. Τρισδιάστατη Σάρωση. Ψηφιακά μοντέλα ειδωλίων. Από πάνω και αριστερόστροφα: 204/14(Ι3), ΜΕ316(Η), 104/21(Θ3ext), Π185 (κόσκινο).



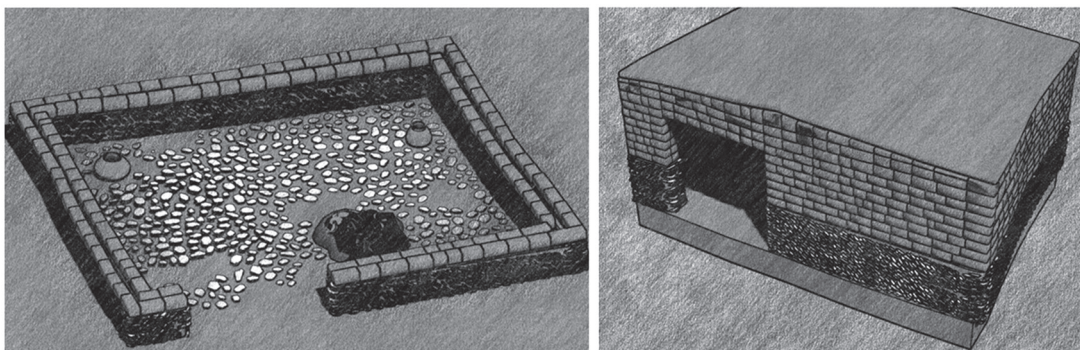
Εικ. 2. Αντιπαραβολή σκαριφήματος, φωτογραφίας και ψηφιακού μοντέλου του ειδωλίου 337γ, Τομή Η (2002).



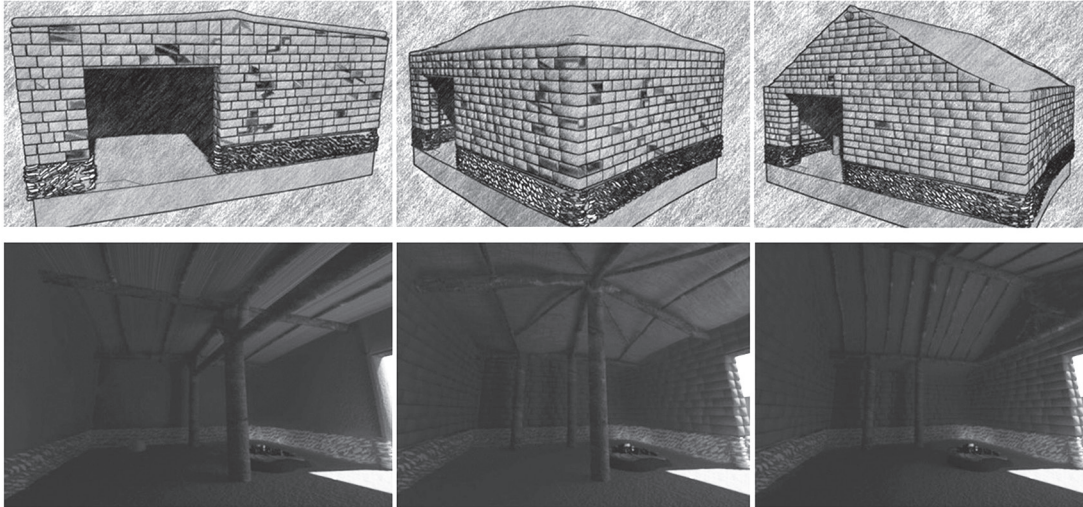
Εικ. 3. Φωτογραμμετρία. Διαφορετικά στάδια επεξεργασίας των δεδομένων.
Επάνω: σύννεφο σημείων. Κάτω: τρισδιάστατο μοντέλο.



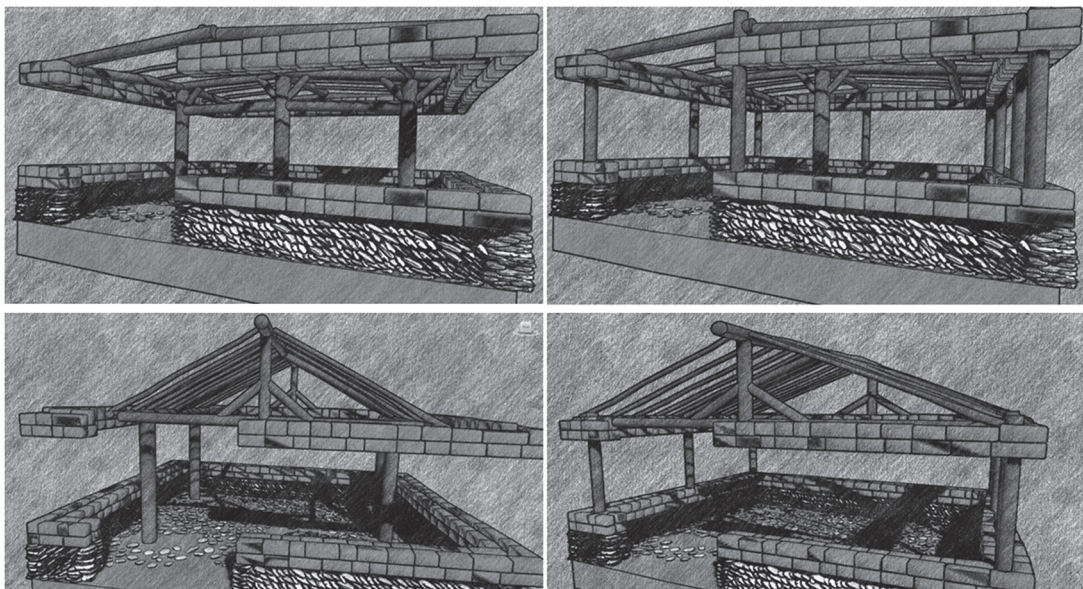
Εικ. 4. Φωτογραμμετρία. Το τελικό αποτέλεσμα για το Κτήριο 1 σε αντιπαραβολή με το σχέδιο και τη φωτογραφία.



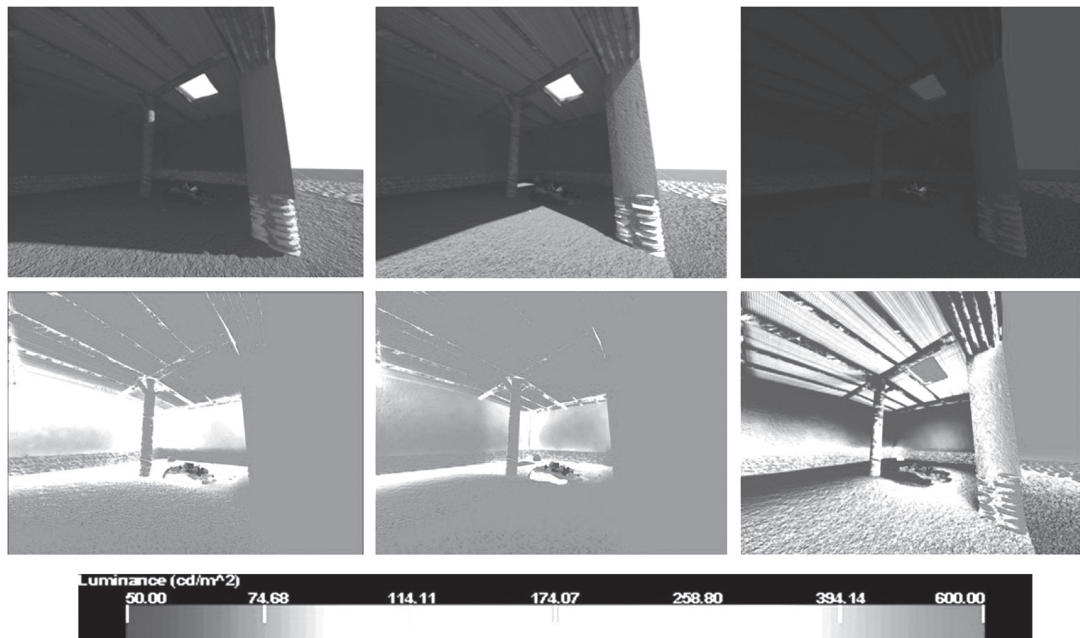
Εικ. 5. Μη φωτορεαλιστική αποκατάσταση του Κτηρίου 1. Αριστερά: Λίθινη θεμελίωση σε ύψος 0,50 μ.
Δεξιά: Λίθινη θεμελίωση που ξεπερνάει το 1 μ.



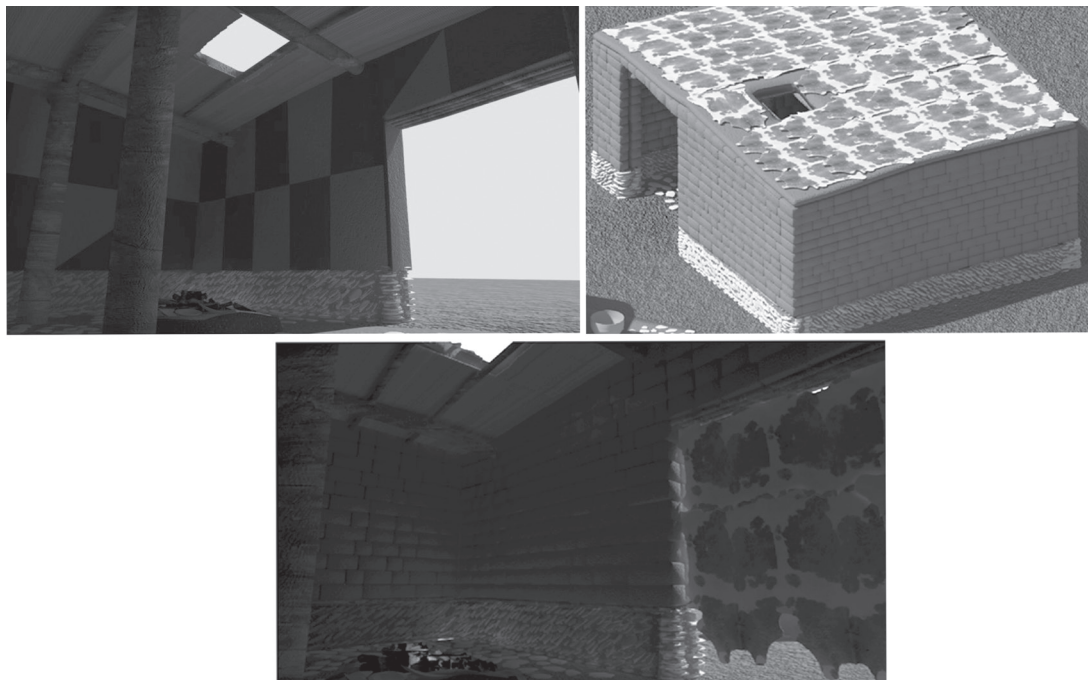
Εικ. 6. Επάνω: Μη φωτορεαλιστικές αποκαταστάσεις της στέγης σε τρεις εναλλακτικές εκδοχές. Κάτω: Φωτορεαλιστικές αποκαταστάσεις του εσωτερικού του Κτηρίου 1 με τη στέγη σε τρεις εναλλακτικές εκδοχές.



Εικ. 7. Μη φωτορεαλιστικές εναλλακτικές αποκαταστάσεις για τη στήριξη της στέγης.



Εικ. 8. Μελέτη φωτισμού για το εσωτερικό του Κτηρίου 1. 17 Μαρτίου 2012, 9 π.μ., 12 μ.μ., 6 μ.μ.



Εικ. 9. Φωτορεαλιστικές αποκαταστάσεις – Πειραματισμοί με εναλλακτικές εκδοχές του Κτηρίου 1.