



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η πορεία της ζωής ενός αρχαιολογικού ευρήματος από την  
ανασκαφή έως την παρουσίασή του σε πραγματικό ή ψηφιακό  
χώρο με εργαλείο τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή**

της

**ΚΑΡΑΪΣΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ - ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑΣ**  
ΑΜ : 141040

Υποβάλλεται ως απαιτούμενο για την απόκτηση διπλώματος από την σχολή Μηχανικών  
Πληροφορικής και Υπολογιστών

Επιβλέπων Καθηγητής: Γιαννακόπουλος Παναγιώτης

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

## ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γιαννακόπουλος Παναγιώτης  
Καθηγητής

Βογιατζής Ιωάννης  
Καθηγητής

Φατούρος Σταύρος  
Αναπληρωτής Καθηγητής

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Καραϊσκού Βασιλική – Κωνσταντίνα του Χαριλάου με αριθμό μητρώου 141040 φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Καραϊσκού Βασιλική - Κων/να

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι βοήθησαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας. Ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Παναγιώτη Γιαννακόπουλο που δέχθηκε να συνεργαστεί μαζί μου και να με καθοδηγήσει στην πραγμάτωση αυτής της εργασίας που θα με φέρει στο τέλος των σπουδών μου με την απόκτηση πτυχίου από την Σχολή Μηχανικών Υπολογιστών και Πληροφορικής.

Ευχαριστώ θερμά τον Πρόεδρο του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών κ. Ιωάννη Βογιατζή για την βοήθειά του.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Μ. Ντουκάκη, Φυσικό – Συντηρητή Αρχαιοτήτων για την πολύτιμη βοήθειά του.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την κατανόηση και τη στήριξή της, όλο το διάστημα των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατανόηση, η αποκρυπτογράφηση και η ανάδειξη ενός αρχαιολογικού ευρήματος ή μνημείου από τη κοινωνία περνά μέσα από διάφορα στάδια όπως είναι η έρευνα, ο σχεδιασμός, η μεθοδολογία και η συνεργασία διαφόρων επιστημονικών ειδικοτήτων.

Οι πληροφορίες που μεταφέρουν οι αρχαιότητες πρέπει να διατηρηθούν από την ανασκαφή τους μέχρι την έκθεσή τους σε μουσείο ή σε υπαίθριο χώρο.

Αυτό το σκοπό επιτελεί η συντήρηση, προληπτική όπου επεμβαίνουμε στον περιβάλλοντα χώρο του αντικειμένου – μνημείου ή επεμβατική όπου προσπαθούμε να δώσουμε παράταση ζωής σταματώντας την περαιτέρω φθορά.

Εδώ αξίζει να αναφέρουμε τη φράση του Ιπποκράτη “*Ασφάλεια εστί το προνοείν και το προλαμβάνειν. Το δε προλαμβάνειν κρείττον εστί του θεραπεύειν*”.

Η χρήση των Η/Υ στο χώρο της πολιτισμικής κληρονομιάς στις μέρες μας έχει διαμορφώσει μια νέα πραγματικότητα. Μπορούμε πλέον να μιλάμε για επισκέπτες σε πραγματικά, εικονικά ή εξ’ αποστάσεως μουσεία, για παρακολούθηση μεθόδων ανασκαφής, συντήρησης – αποκατάστασης, έκθεσης αρχαιολογικών ευρημάτων μέσα από την οθόνη ενός Η/Υ.

Έτσι καθένας από εμάς με τη χρήση των νέων τεχνολογιών μπορεί να βιώσει μια πολιτιστική εμπειρία.

## ABSTRACT

The understanding, deciphering and highlighting of an archaeological find or monument by society goes through various stages such as research, planning, methodology and the collaboration of various scientific specialties. The information that the antiquities convey must be preserved from the time they are excavated until they are exhibited in a museum or in an outdoor space. This purpose is fulfilled by maintenance, preventive where we intervene in the surrounding area of the object – monument or invasive where we try to extend life by stopping further deterioration. Here it is worth quoting the phrase of Hippocrates “Safety is about catching something before it happens and catching something before it happens is better than trying to fix it after the fact.” The use of computers in the field of cultural heritage nowadays has shaped a new reality. We can now talk about visitors to real, virtual or remote museums, to follow excavation methods, maintenance – restoration, exhibition of archaeological finds through the screen of a PC. So each of us with the use of new technologies can live a cultural experience.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	9
2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ .....	10
2.1 ΠΡΩΤΑ ΣΩΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΣΚΑΦΗ .....	10
2.2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ .....	11
2.2.1. Δελτίο ευρήματος - ηλεκτρονικό ημερολόγιο.....	11
2.3. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	12
2.4. ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	14
3. ΕΚΘΕΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ.....	16
4. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ .....	18
4.1. ΨΗΦΙΑΚΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΑ .....	22
5. 3D ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕΣΩ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΗΣ .....	24
6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ, ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΠΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ.....	25
6.1. ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΧΩΡΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.....	25
6.1.1. Επεξεργασία και συσχέτιση δορυφορικών πολυφασματικών δεδομένων τηλεπισκόπησης του εδάφους, με ιστορικά ή αρχαιολογικά δεδομένα. ....	25
6.1.2. Γεωλογική διερεύνηση του υπεδάφους. ....	28
6.1.3. Γεωφυσική διασκόπηση υπεδάφους, για τον προσδιορισμό των βέλτιστων περιοχών εκσκαφής. ....	29
6.1.4. Τοπογραφική αποτύπωση και 3D απεικόνιση του ανασκαφικού χώρου. ....	30
6.1.5. Γεωλογική εδαφομηχανική διερεύνηση του ανασκαφικού χώρου. ....	34
6.1.6. Απεικόνιση 3D κάθε ανασκαφικού στρώματος, ανά ανασκαφικό τετράγωνο, με λεπτομερή φωτογράφιση των ευρημάτων του στο στάδιο της αποκάλυψης, με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας. ....	36
6.1.7. Τεκμηρίωση με 3D απεικόνιση κάθε ευρήματος μετά τη συντήρησή του. ....	37
6.1.8. Σύνθεση των 3D απεικονίσεων των ανασκαφικών στρωμάτων, για την 3D αναπαράσταση ολόκληρης της ανασκαφής. ....	38
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΕΣ .....	41

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βαθύτερη κατανόηση της ιστορικής, ηθικής, καλλιτεχνικής, οικονομικής και πολιτικής αξίας των έργων τέχνης έχει οδηγήσει τα τελευταία χρόνια τους επιστήμονες, σε παγκόσμιο επίπεδο, στη λήψη μέτρων για την προστασία και τη σωστή εκμετάλλευση της ιστορικής πολιτιστικής κληρονομιάς. (UNESCO, Courses for the training of specialists in the preservation and restoration of historical monuments in Rome, 1967).

Σήμερα, η πορεία του ανθρώπου σε βάθος χρόνου, οι συνήθειες, τα ήθη και τα έθιμα κάθε λαού, αναδεικνύονται από καταγεγραμμένα στοιχεία, είτε πρόκειται για σκαριφήματα σε σπήλαια, για γραπτά κείμενα, χρηστικά αντικείμενα, ολόκληρους χώρους που ανακαλύφθηκαν σε ανασκαφές ή από προφορικές μαρτυρίες που μεταφέρθηκαν από γενιά σε γενιά ή από μετακίνηση φυλών από τόπο σε τόπο.

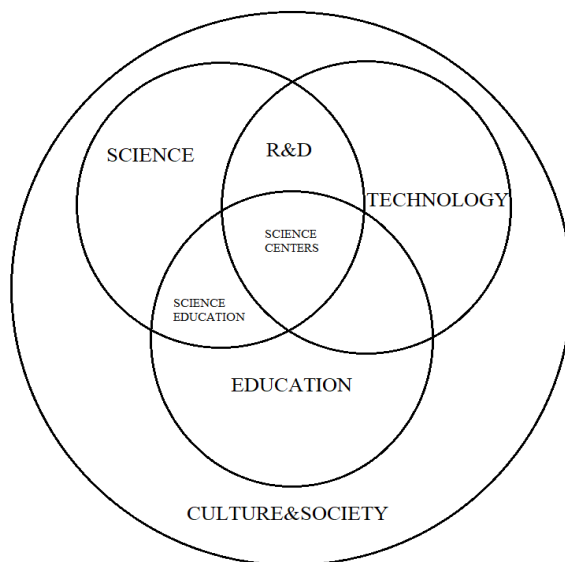
Μελέτες χρόνων, οδηγούν σε συμπεράσματα για την προέλευση του ανθρώπου, την εξέλιξή του, τον πολιτισμό του και την αλληλεπίδρασή του με τον χώρο που δημιουργούσε.

Στις μελέτες αυτές μεγάλο ρόλο έχουν διάφορα ευρήματα που έχουν έρθει στο φως κατά τη διάρκεια ανασκαφών.

Τα ευρήματα αυτά, αντικείμενα, κτίρια ή ολόκληροι χώροι, περιέχουν πληροφορίες που αποκαλύπτουν στοιχεία του παρελθόντος και βοηθούν έτσι στην δημιουργία της ιστορίας.

Η σημασία της διατήρησης αυτών των ευρημάτων είναι πολύ μεγάλη, όχι μόνο για μελέτη, αλλά και για παρουσίασή τους στις νέες γενιές ώστε να μπορούν να γνωρίζουν το παρελθόν τους.

Η ανάσυρση των πληροφοριών που φέρει ένα αρχαιολογικό εύρημα ξεκινά πριν ακόμα από την αποκάλυψή του. Σε αυτό συμβάλλει η συνεργασία πολλών κλάδων της επιστήμης όπως αρχαιολόγων, συντηρητών, αρχιτεκτόνων αλλά και των θετικών επιστημών.



**Εικόνα 1 :** Επιστήμη τεχνολογία εκπαίδευση συνεργάζονται για τον πολιτισμό

Η ανάπτυξη της επιστήμης των ηλεκτρονικών υπολογιστών, συμβάλλει πλέον καθοριστικά στις συγκεκριμένες μελέτες και η αλληλεπίδραση όλων των επιστημών είναι απαραίτητη.

Η δεκαετία του '80 αποτελεί την εποχή των περισσότερων εφαρμογών της πληροφορικής στην αρχαιολογία.

Η πληροφορική με το "παζλ" των εφαρμογών της, βοηθά στην έρευνα, τεκμηρίωση, ανάλυση και διαχείριση των τεκμηρίων και δημοσίευση των πληροφοριών που αλιεύονται στην επιστημονική κοινότητα αλλά και στο ευρύ κοινό.

Μέσα από τις πληροφορίες που βρίσκονται αποθηκευμένες σε έναν Η/Υ, έχουμε πρόσβαση σε αρχεία, στατιστικές, συγκριτικούς πίνακες, αποτελέσματα χρήσης υλικών στην πάροδο του χρόνου, επεξεργασία λήψεων και απεικονίσεων, γεωλογικές εξερευνήσεις χώρων και άλλα στοιχεία που μάς βοηθούν να επιλέξουμε την κατάλληλη μέθοδο και υλικά για την εκάστοτε συντήρηση αρχαιολογικού ευρήματος ή μνημείου καθώς και την μελλοντική έκθεσή του.

Επίσης η δημοσίευση που γίνεται ηλεκτρονικά καθιστά γνωστές μελέτες και εργασίες που έχουν γίνει στο παρελθόν, σε ένα ευρύ κοινό μέσα από την οθόνη ενός Η/Υ.

Η εξέλιξη της πληροφορικής την καθίσταται λοιπόν απαραίτητη στις ανθρωπιστικές επιστήμες.



# 1. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ψηφιοποίηση είναι η μετατροπή μιας πληροφορίας από ροή ηλεκτρονίων σε κωδικοποιημένους παλμούς ηλεκτρικής ενέργειας που γίνονται αισθητοί από τον Η/Υ.

Ο ψηφιακός τρόπος παροχής της πληροφορίας βασίζεται στο συνδυασμό των δομικών στοιχείων 0 και 1 (bit), οι οποίοι επιτρέπουν ή όχι στο ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από κάποιο κύκλωμα και έτσι οι Η/Υ να παράξουν με τη μορφή αποτύπωσης οποιαδήποτε μορφή πληροφορίας.

Οι εντολές και τα δεδομένα με τα οποία λειτουργεί ο Η/Υ, αλλά και η εργασία του ανθρώπου με τον Η/Υ, βασίζονται στις αλληλουχίες από 0 και 1. Οι αλληλουχίες αυτές διατηρούνται σε μέσα ψηφιακής αποθήκευσης.

Για την ψηφιοποίηση ευρημάτων ή μνημείων-χώρων, απαιτείται αποθήκευση και αρχειοθέτηση μεγάλων και πολύπλοκων δομών δεδομένων ενώ απαραίτητη είναι και η δυνατότητα ανάκτησης των πληροφοριών. Πρέπει λοιπόν να συνδυάζεται η κατάλληλη συσκευή αποθήκευσης με το κατάλληλο λογισμικό, για την καλύτερη οργάνωση των αρχείων.

Οι υπολογιστές, καθίστανται πλέον εργαλεία της αρχαιολογίας, καθώς γίνονται τα πληροφοριακά συστήματα της πολιτιστικής κληρονομιάς και βοηθούν σε:

- Τοπογραφικές μετρήσεις ανασκαφών
- Laser scanning
- Τοπογραφικές αποτυπώσεις μνημείων
- Τεκμηρίωση
- Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων
- Συντήρηση
- Αποθήκευση και επεξεργασία πληροφοριών από αρχεία ψηφιακού υλικού
- Ανάπτυξη πολυμέσων και συστημάτων εικονικής πραγματικότητας.

Η ψηφιοποίηση βοήθησε στη δημιουργία ενός παγκόσμιου δικτύου πολιτισμικών πληροφοριών με:

- δημιουργία δελτίου αντικειμένων – μνημείων
- με καταγραφή πληροφοριών
- διατήρηση πληροφοριών
- δημιουργία καταλόγων συλλογών
- πρόσβαση στις καταγεγραμμένες πληροφορίες
- παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών αποθήκευσης ή έκθεσης των αρχαιολογικών ευρημάτων – μνημείων
- πρόσβαση σε πληροφορίες εκθεμάτων με οπτικοακουστικά μέσα και όχι με γραπτά κείμενα (infokiosk)
- οργάνωση περιοδικών εκθέσεων
- χρήση ψηφιακών αντιγράφων για μελέτες
- χωροθέτηση με ψηφιακά αντίγραφα σε μέρη όπου θα ακολουθήσει δανεισμός για έκθεση των αντικειμένων
- επαφή με άτομα που δεν έχουν τη δυνατότητα να επισκεφθούν μουσεία ή αρχαιολογικούς χώρους άλλων χωρών
- γνωριμία με την πολιτισμική κληρονομιά σε διεθνές επίπεδο, ηλικιών που δείχνουν προτίμηση σε επίσκεψη σε μουσείο μέσω Η/Υ, αντί δια ζώσης.
- δημιουργία εκθέσεων αποκλειστικά για τον κυβερνοχώρο, από διαφορετικές συλλογές, που συνοδεύουν τις πραγματικές.
- θεμελίωση εκπαιδευτικού και ερευνητικού υλικού

## 2. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

### 2.1 ΠΡΩΤΑ ΣΩΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΣΚΑΦΗ

Οι σύγχρονες πρακτικές αποκάλυψης ενός αρχαιολογικού ευρήματος, απαιτούν την σωστή εμφάνισή του στο φως έτσι ώστε να αποτραπεί η φθορά του, να διατηρηθεί σε κατάσταση που να επιτρέπεται τη μελέτη του και την διατήρησή του σε κατάλληλες συνθήκες.

Απαιτείται ο σχεδιασμός και ο προϋπολογισμός του έργου, έρευνα του χώρου, εκτίμηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, ανάλυση των υλικών και των συνθηκών διατήρησης στον χώρο.

**Πίνακας 1 :** Η επίδραση του περιβάλλοντος ταφής στα υλικά

ΥΓΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΑΦΗΣ [Παρουσία οξυγόνου]			ΥΔΑΤΟΚΟΡΕΡΣΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΑΦΗΣ [Περιορισμένη ή μηδενική παρουσία ιξυγόνου]		
Όξινο έδαφος	Ουδέτερο ή ελαφρώς όξινο/αλκαλικό	Αλκαλικό έδαφος	Όξινο έδαφος	Ουδέτερο ή ελαφρώς όξινο/αλκαλικό	Αλκαλικό έδαφος
Χαλκός Μόλυβδος Κασσίτερος Ψευδάργυρος [και τα κράματα τους]	Κασσίτερος Ψευδάργυρος [και τα κράματα τους]	Κασσίτερος Ψευδάργυρος [και τα κράματα τους]	Μόλυβδος Κασσίτερος Ψευδάργυρος [και τα κράματα τους]		Μόλυβδος Κασσίτερος [και τα κράματα τους]
Σίδηρος Ξύλο Δέρμα Κέρατο Υφάσματα Οστό Ασβεστόλιθος Αλάβαστρο Κεραμικά [χαμηλής όπτησης] Γυαλί [μεσαιωνικό]	Υφάσματα Οστό Δέρμα Κέρατο Αλάβαστρο Ασβεστόλιθος	Υφάσματα Οστό Δέρμα Κέρατο Αλάβαστρο Ασβεστόλιθος	Υφάσματα [φυτικές ίνες] Οστό Γυαλί Τερακότα Ασβεστόλιθος Αλάβαστρο		Υφάσματα [πρωτεϊνικές ίνες] Κέρατο Γυαλί

Χρειάζεται λοιπόν να διαχειριστούμε πολύμορφες πληροφορίες που συγκεντρώνουμε και επεξεργαζόμαστε σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

## 2.2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

Από την έναρξη μιας ανασκαφής, γίνεται ψηφιακή καταγραφή των ευρημάτων σε σειριακούς καταλόγους όπου μπορούμε να κάνουμε δυναμική ανάκληση και διαχείριση των πληροφοριών και απεικονισή τους στο χώρο πάνω στους χάρτες που παράγονται με τη βοήθεια του συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας.

Η αναγκαιότητα της ακριβούς καταγραφής ευρημάτων - μνημείων έχει στόχο τη διατήρησή τους στο χώρο και τον χρόνο και πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το άρθρο 16 της διακήρυξης της Βενετίας: *"Οι εργασίες συντήρησης, αποκατάστασης και ανασκαφής θα πρέπει να βασίζονται σε εξακριβωμένη τεκμηρίωση, δηλαδή σε αναλυτικές και κριτικές εκθέσεις, εικονογραφημένες με σχέδια και φωτογραφίες"*.

### 2.2.1. Δελτίο ευρήματος - ηλεκτρονικό ημερολόγιο

Η σχεδίαση δελτίου οργανώνει τον τρόπο συναλλαγής, σχεδιαστικής αποτύπωσης και κατηγοροποίησης της πληροφορίας. Το δελτίο οργανωμένης καταγραφής των πληροφοριών του ευρήματος είναι ένα είδος ταυτότητας του αντικειμένου - μνημείου.

Ακολουθεί η φωτογραφική τεκμηρίωση και η διαχείρισή του φωτογραφικού αρχείου που παράγεται πλέον από ψηφιακές μηχανές μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τεχνικές ακτινογραφίας με ακτίνες Χ χρησιμοποιούνται επίσης για την χαρτογράφηση της υφής της επιφάνειας επιφανειών, τα αποτελέσματα των οποίων αναλύονται με τη χρήση Η/Υ.

Το σύστημα τροφοδοτείται συνεχώς με δεδομένα και δημιουργείται έτσι ένα είδος ηλεκτρονικού ημερολογίου.

**Πίνακας 2 :** Στοιχεία που καταγράφονται στις ετικέτες για την αποθήκευση των αντικειμένων

ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ					
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ			ΑΡ. ΕΥΡΗΜΑΤΟΣ		
ΘΕΣΗ			ΣΤΡΩΜΑ		
ΑΡ. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ			ΑΛΛΟ		
ΑΥΤΟΚΟΛΛΗΤΕΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ ΣΤΟ ΚΑΠΑΚΙ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΠΛΕΥΡΕΣ ΤΟΥ ΚΟΥΤΙΟΥ					
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ					
ΥΛΙΚΟ(π.χ. Σίδηρος)					
ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ					
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ:(π.χ. Ξηρό κάτω από 20% ΣΥ)					
ΑΛΛΑΓΗ SILICA GEL:(σημειώνεται η ημερομηνία)					
ΕΙΔΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ:					
ΜΑΡΚΑΔΟΡΟΙ ΠΟΥ ΣΥΝΙΣΤΩΝΤΑΙ ΓΙΑ ΣΗΜΑΝΣΗ					
Μαύρο στυλό με λεπτή μύτη					
Μαύρο μαρκαδοράκι με λεπτή μύτη					
Ανεξίτηλος μαύρος μαρκαδόρος οινοπνεύματος: λεπτή, μεσαία, παχιά μύτη					
Μαύρος μαρκαδόρος με σκληρή μύτη					
Ανεξίτηλος μαρκαδόρος με υφασμάτινη μύτη					

### 2.3. ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Προληπτική συντήρηση είναι το σύνολο των συντονισμένων εργασιών που εστιάζουν στον έλεγχο και την δημιουργία κατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών προκειμένου να επιβραδυνθεί η ταχύτητα φθοράς ενός αρχαιολογικού ευρήματος, πριν καν έρθει στο φως κατά τη διάρκεια της ανασκαφής. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά την δεκαετία του '80.

Η προληπτική συντήρηση είναι μια ειδικευση που στόχο έχει την επιβράδυνση ή την αποτροπή της φθοράς μέσω διαδικασιών που περιλαμβάνουν τον έλεγχο του περιβάλλοντος, την έκθεση, τη μεταφορά, την διατήρηση in situ ή αποθήκευση και την δυνατότητα διάσωσης σε συνθήκες φυσικών καταστροφών. Συχνά π.χ. χρειάζεται να γίνει κοκκομετρική ανάλυση χρώματος όπου βρίσκονται καταχωμένα ευρήματα για να μην αλλοιωθούν οι μηχανικές τους ιδιότητες από την απώλεια υγρασίας.

**Πίνακας 3 :** Ιδανικές συνθήκες σχετικής υγρασίας για αναστολή της διάβρωσης σε υλικά

ΥΛΙΚΑ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΑΝΑΣΤΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ
ΜΕΤΑΛΛΑ Σίδηρος  Κράματα χαλκού και άλλα μέταλλα εκτός από μόλυβδο  Υγρά/υδατοκορεσμένα μέταλλα	ΧΑΜΗΛΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ Σχετική υγρασία χαμηλότερη από 15%  Σχετική υγρασία χαμηλότερη από 35% [Ο μόλυβδος μπορεί να διατηρηθεί σε 55% σχετική υγρασία αλλά κατά προτίμηση κάτω από 35% σχετική υγρασία]  Βυθισμένα σε νερό (μόνο βραχυπρόθεσμα). Αποστολή σε συντηρητή το συντομότερο δυνατόν.
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Στεγνά  Υγρά/υδατοκορεσμένα	55% σχετική υγρασία – ελάχιστες διακυμάνσεις  Υγρά ή σε 100% υγρασία
ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΥΛΙΚΑ Στεγνά  Υγρά/υδατοκορεσμένα	55% σχετική υγρασία – ελάχιστες διακυμάνσεις  100% σχετική υγρασία ή βυθισμένα σε νερό
Δομικά υλικά, σκωρία, ακατέργαστο οστό, στεγνή πέτρα	Περίπου 55% σχετική υγρασία, ενώ μικρές κλιμακωτές διακυμάνσεις είναι αποδεκτές



**Εικόνα 2 :** Συσκευή μέτρησης μικροκλίματος

Σε Η/Υ καταγράφονται έλεγχοι σε παραμέτρους όπως η υγρασία, η θερμοκρασία, το οξυγόνο, το pH και το φως και προγραμματίζονται έτσι ώστε το περιβάλλον ταφής να διατηρείται το ίδιο με το περιβάλλον της ανασκαφής.

Κάθε μεθοδολογία μέσω Η/Υ, βοηθά στην τεκμηρίωση της ανασκαφικής διαδικασίας, (στάδια του εντοπισμού, της διάσωσης, της ακριβούς καταγραφής των ευρημάτων) την διαχείρισή της ως ψηφιακή διαδραστική αποθήκη συλλογής, επεξεργασίας, αποτύπωσης και σύγκρισης δεδομένων για μελέτες ή μουσειακή χρήση.

## 2.4. ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

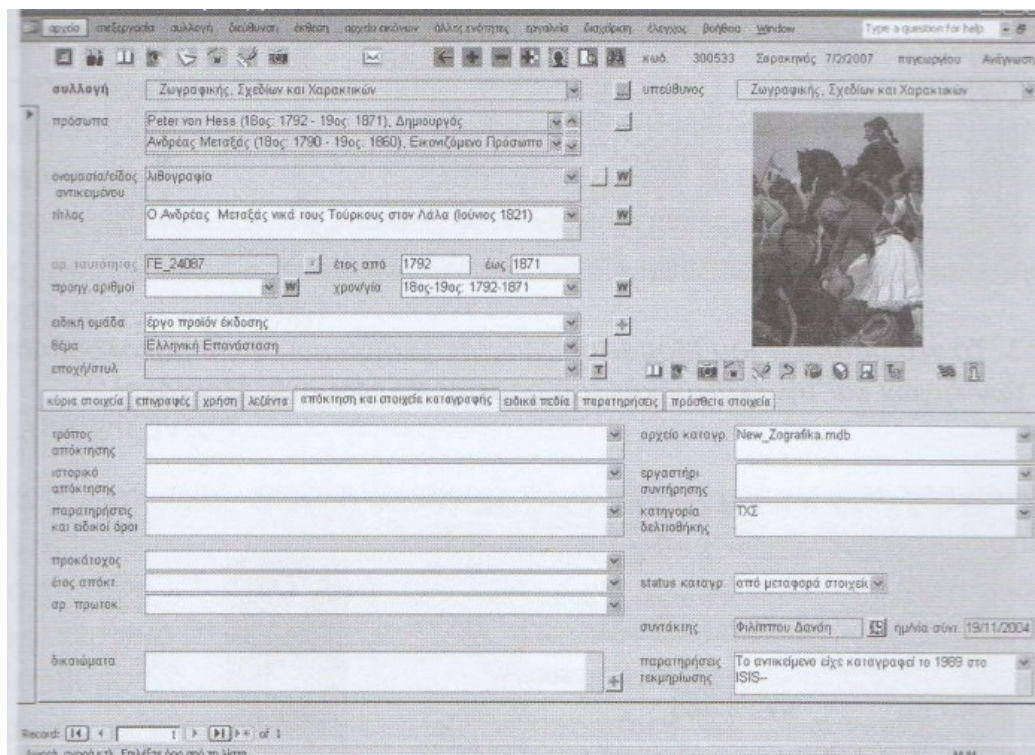
Η επιστήμη της Συντήρησης ασχολείται με τη διατήρηση στον χρόνο ευρημάτων του μακρινού ή πρόσφατου παρελθόντος μελετώντας παράλληλα τα υλικά από τα οποία κατασκευάστηκαν και την χρήση τους καθώς και την εποχή και τον τόπο που αυτά δημιουργήθηκαν.

Σε αντίθεση με την προληπτική που ασχολείται με τις αιτίες φθοράς των ευρημάτων, η επεμβατική - θεραπευτική συντήρηση ασχολείται με τις αλλοιώσεις από φθορές.

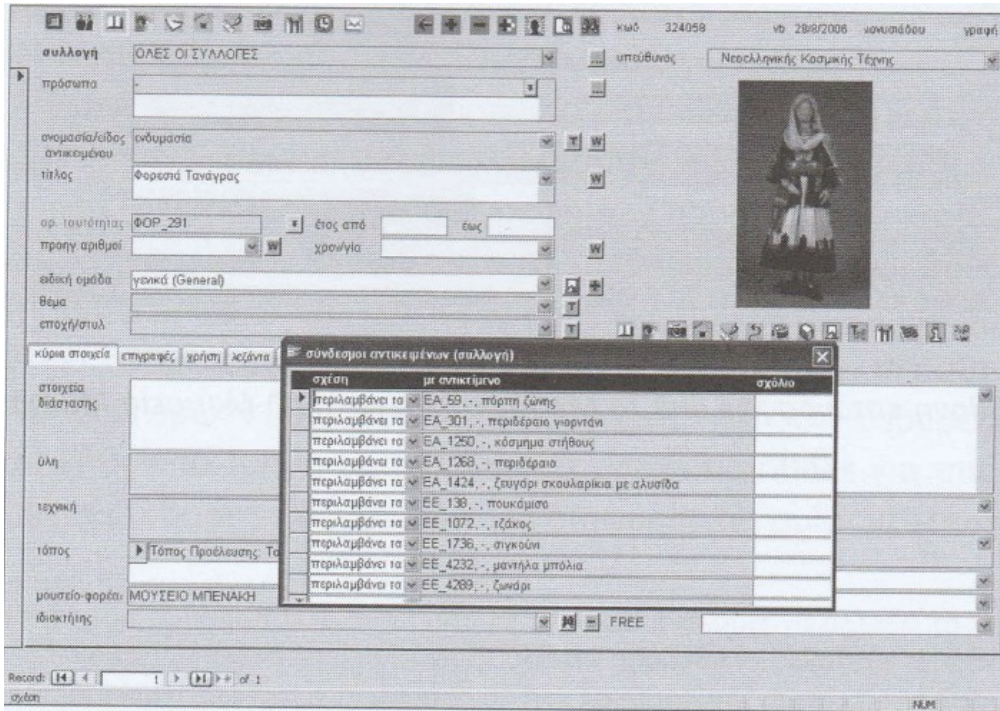
Ο συντηρητής πρέπει να έχει την δυνατότητα να "διαβάσει" την πληροφορία που μεταφέρει το έργο, το περιεχόμενό του.

Όπως σημειώνει ο Brandi: *"Η συντήρηση αποτελεί τη μεθολογική στιγμή της αναγνώρισης του έργου τέχνης στη φυσική του σύσταση και στη διπλή πολικότητά του, αισθητική και ιστορική, ενόψει της μεταβίβασής του στο μέλλον"*.

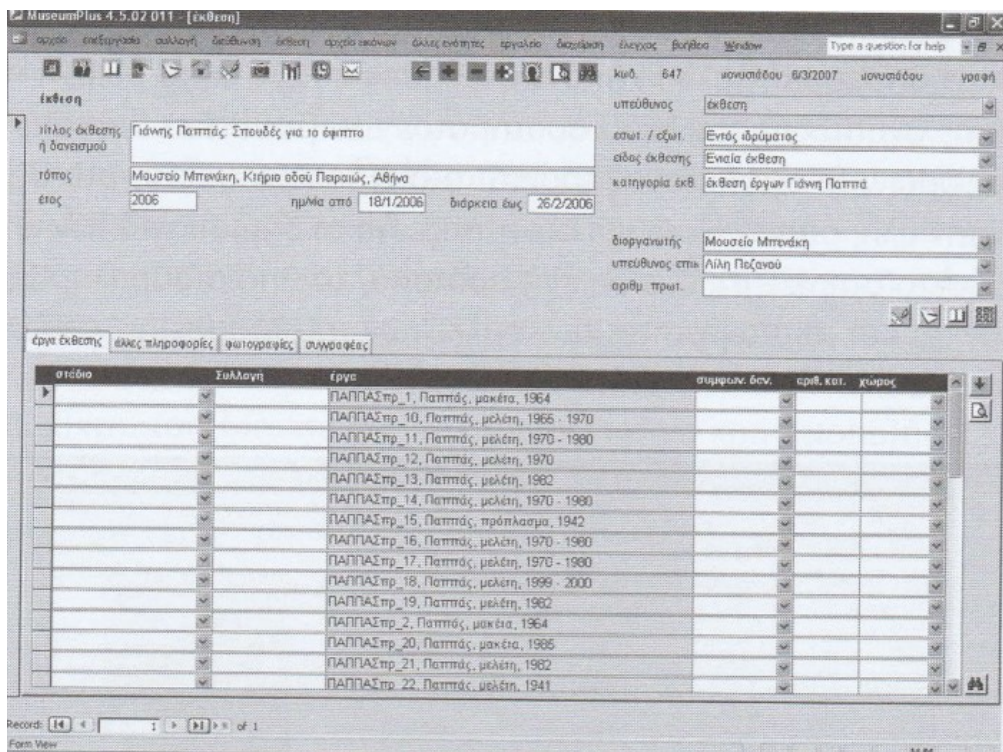
Η συντήρηση έχει σκοπό την διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς για τις επόμενες γενιές αλλά και την αναζήτηση πληροφοριών που κρύβουν τα αρχαιολογικά ευρήματα. Οι δραστηριότητες της περιλαμβάνουν την εξέταση, καταγραφή, αντιμετώπιση και προληπτική φροντίδα μέσω της έρευνας και εξασφάλιση της σταθερότητάς τους στη φθορά.



Εικόνα 3 : Τρόπος απόκτησης αντικειμένων και καταγραφή αυτών



Εικόνα 4 : Καταγραφή λεπτομερειών αντικειμένων συλλογής



Εικόνα 5 : Καταγραφή έργων συλλογής

Η αποκατάσταση ενός αρχαιολογικού ευρήματος - μνημείου είναι η μορφή συντήρησης που επιχειρεί να επαναφέρει το εύρημα στην αρχική του μορφή.

### 3. ΕΚΘΕΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

Τα συντηρημένα ευρήματα εκθέτονται σε μουσεία ή σε αρχαιολογικούς χώρους. Οποιαδήποτε συντήρηση όμως δεν αρκεί να σταματήσει την φθορά του χρόνου, αν δεν συνοδεύεται από σωστή, διαρκή και σταθερή ρύθμιση περιβαλλοντικών παραγόντων ανάλογα με το υλικό του αρχαιολογικού ευρήματος, δηλαδή σωστή αποθήκευση.

Η συντήρηση και η αποθήκευση ή έκθεση των αρχαιολογικών ευρημάτων συνιστούν βασικές προϋποθέσεις για τη σωστή διαφύλαξή τους. Το υλικό και η πορεία τους μέσα στο χρόνο και το χώρο καθορίζει τη φυσική τους κατάσταση.

**ΔΕΛΤΙΟ ΓΕΝΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Όνομα ..... Ημερομηνία .....

<b>1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ</b> • Σκεπή <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: ..... • Τόξα <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: ..... • Θεμέλια <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: .....		ΣΧΟΛΙΑ ..... ..... .....	ΕΠΙΛΟΓΗ .....
<b>2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ</b> • Ταβάνι <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: ..... • Τόξα <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: ..... • Πατώματα <input type="checkbox"/> καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Προβλήματα: .....		ΣΧΟΛΙΑ ..... ..... .....	ΕΠΙΛΟΓΗ .....
<b>3. ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ</b> Εξωτερικός: <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> Πόρτες αρ: <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> Παρόδια αρ: <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/>		ΣΧΟΛΙΑ ..... ..... .....	ΕΠΙΛΟΓΗ .....
<b>4. ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ</b> Γενική κατάσταση: <input type="checkbox"/> Καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Κακή <input type="checkbox"/>		Σκάνη: ..... Αμείλιτα: ..... Προσβολή από μύκητες ή έντομα: .....	ΕΠΙΛΟΓΗ .....
<b>5. ΘΥΣΙΣΜΟΣ</b> Φυσικός: <input type="checkbox"/> Τεχνητός: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Κατάσταση εγκατάστασης: <input type="checkbox"/> Καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Πρόβλημα <input type="checkbox"/> Πυρκαϊά: <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> Μέτρησης φωτισμός: lux UV: ..... Kwatt/human			
<b>6. ΚΛΙΜΑ</b> Μέτρησης: <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Έλεγχος: <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> ΣΥ: θ °C: ..... Αφυγραντής: <input type="checkbox"/> Υγραντής: <input type="checkbox"/> Κλιματισμός: <input type="checkbox"/>			
<b>7. ΑΣΦΑΛΕΙΑ</b> ΚΑΘΙΣΤΗ κλιματισμού προστασίας: <input type="checkbox"/> Καλό <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Πρόβλημα ..... ΕΠΙΒΛΕΨΗ: <input type="checkbox"/> Καλή <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Πρόβλημα ..... ΦΩΤΙΑ σύστημα ανανέωσης: <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Τύπος: ..... ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗ: <input type="checkbox"/> Όχι <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ναι <input type="checkbox"/> Τύπος: ..... Κατάσταση: .....			

Εικόνα 6 : Συνθήκες περιβάλλοντος σε κτίριο αποθήκευσης - έκθεσης αρχαιολογικών αντικειμένων

Η συντήρηση επικεντρώνεται σε μέσα διατήρησης που θα αποτρέψουν ή θα ελαττώσουν τη φθορά ή διάβρωση των αντικειμένων, σε συνδυασμό με την σωστή αποθήκευσή τους σε κατάλληλο περιβάλλον (φως, υγρασία, περιβάλλον εκκόλαψης βλαπτικών μικροοργανισμών, εντόμων κ.ά.).



**Πίνακας 4 : Φθορές ανασκαφικών ευρημάτων από περιβαλλοντικούς παράγοντες**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΛΥΨΗ	ΕΠΙΖΗΜΙΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
Το νερό βρίσκεται στην ατμόσφαιρα σε μορφή υδρατμών και μετριέται με όρους σχετικής υγρασίας. Τα πολύ ξηρά περιβάλλοντα απαντούν σπάνια στη Βρετανία, εκτός εάν δημιουργηθούν με τεχνητά μέσα, όπως συστήματα κεντρικής θέρμανσης, ή σε πολύ ξηρές χειμερινές συνθήκες. Η ποσότητα της υγρασίας που περιέχεται στον αέρα ποικίλλει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Το εσωτερικό των κτιρίων που δεν συντηρούνται επαρκώς μπορεί συχνά να είναι πολύ υγρό. Οι συνθήκες είναι συνήθως ξηρότερες από το περιβάλλον ταφής.	Τα ΥΨΗΛΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ενθαρρύνουν την προσβολή από μικροοργανισμούς στα οργανικά υλικά. Τα ΥΨΗΛΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ενθαρρύνουν τη διάβρωση των μετάλλων – ιδιαίτερα του σιδήρου και των κραμάτων χαλκού. Τα ΜΕΣΑ ΕΩΣ ΧΑΜΗΛΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΥΓΡΑΣΙΑΣ προκαλούν την ξήρανση των υδατοκορεσμένων υλικών, με αποτέλεσμα τη μη αναστρέψιμη φυσική καταστροφή τους. Οι ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΥΓΡΑΣΙΑΣ προκαλούν φθορά της φυσικής κατάστασης των οργανικών υλικών.
Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ είναι υψηλότερη από ό,τι στο περιβάλλον ταφής και έχει περισσότερες διακυμάνσεις.	Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ επιταχύνει τις χημικές αντιδράσεις και ενθαρρύνει τη διάβρωση από βιολογικούς παράγοντες. Η θερμοκρασία έχει άμεσες επιπτώσεις στα επίπεδα υγρασίας που μπορεί να συγκρατήσει ο αέρας και επηρεάζει τη σχετική υγρασία.
Το ΟΞΥΓΟΝΟ έχει πιο άμεση πρόσβαση στο αντικείμενο.	Η ΑΦΘΟΝΙΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ενθαρρύνει όλες τις μορφές χημικής και βιολογικής φθοράς.
Η ΟΞΥΤΗΤΑ και η ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ θα ήταν φυσιολογικά σε πιο ακραία επίπεδα στο περιβάλλον ταφής. Τα ρυπογόνα αέρια και τα κακής ποιότητας υλικά συσκευασίας μπορούν να επηρεάσουν ένα κατά τα άλλα αρκετά ουδέτερο ατμοσφαιρικό περιβάλλον.	Τα ΑΚΡΑΙΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΞΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑΣ επηρεάζουν τα περισσότερα υλικά. Πολλά ανασκαφικά υλικά είτε είναι όξινα είτε έχουν τη δυνατότητα να γίνουν όξινα λόγω των χημικών αλλαγών στην ατμόσφαιρα [για παράδειγμα ο σίδηρος].
Το ΦΩΣ είναι πολύ πιο άφθονο στην ατμόσφαιρα.	Το ΦΩΣ ενθαρρύνει πολλές πτυχές της διάβρωσης από βιολογικούς παράγοντες και μπορεί να κάνει τις οργανικές βαφές και τις χρωστικές ουσίες να ξεθωριάσουν. Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αυξήσει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου, η οποία μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα της ατμόσφαιρας να συγκρατεί υγρασία.

Στη συντήρηση συμμετέχουν επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων, όπως αναγράφεται στο άρθρο 2 της διακήρυξης της Βενετίας: *"η συντήρηση και η αποκατάσταση αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος πρέπει να αποτείνεται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς"*.

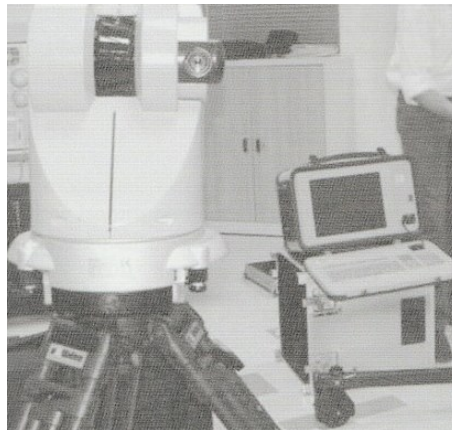
Η Clio Muse π.χ., είναι μια εφαρμογή περιήγησης που αφορά στην αποκάλυψη των διαφόρων σταδίων συντήρησης ενός αντικειμένου και συναντάται σε ορισμένα μουσεία ή αρχαιολογικούς χώρους.

Με τέτοιου είδους νέες τεχνολογίες προωθείται ο τομέας της συντήρησης και πραγματοποιούνται οι κατάλληλες επεμβάσεις έπειτα από επιλογή για το κάθε αρχαιολογικό εύρημα - μνημείο ξεχωριστά.

## 4. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Η απλή φωτογραφική απεικόνιση, δεν μπορεί να παρουσιάσει με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά ή τα γεωμετρικά στοιχεία ενός ευρήματος και έτσι δεν μπορεί να δώσει σαφείς πληροφορίες στον μελετητή.

Αντίθετα, η τρισδιάστατη ψηφιακή απεικόνιση με συσκευές τρισδιάστατων ανιχνευτών laser (3D laser scanner) προσφέρει σημαντικές δυνατότητες καταγραφής, διατήρησης και προβολής αρχαιολογικών ευρημάτων - μνημείων.



**Εικόνα 7 :** Επίγειος σαρωτής laser

Τα παλαιότερα χρόνια, όπου η τεχνολογία των Η/Υ δεν είχε αναπτυχθεί, η τρισδιάστατη απεικόνιση ήταν πολύ δύσκολη, πραγματοποιούνταν από γεωδαιτικούς σταθμούς ή με τη βοήθεια μετροταινίας, παχύμετρου και άλλων εργαλείων και συνήθως αναφερόταν σε αποτύπωση σε χαρτί όψεων, κατόψεων τομών υπό κλίμακα των αντικειμένων, που δεν εξασφάλιζαν ακρίβεια.

Η εξέλιξη των Η/Υ, με την τρισδιάστατη όρασή τους, οδήγησε στην δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, με χρήση τεχνικών τρισδιάστατης απεικόνισης με τη μέθοδο της φωτομετρίας και ακριβείς μετρήσεις. Οι μετρήσεις μεταφέρονται και αποθηκεύονται με σειριακή θύρα επικοινωνίας ή bluetooth στον Η/Υ όπου είναι δυνατό να μετρηθούν και αποστάσεις ανάμεσα σε σημεία.

Οι μετρικές διατάξεις, με αυτοματοποιημένες διαδικασίες δίνουν ακριβώς τη θέση ενός ευρήματος στο χώρο είτε πρόκειται για αντικείμενο είτε πρόκειται για μνημείο.



**Εικόνα 8 :** Συσκευή μέτρησης συντεταγμένων

Η μοντελοποίηση, βοηθά στην μελλοντική αποκατάσταση του ευρήματος, στην μελέτη στοιχείων χωρίς να φθείρεται το πρωτότυπο και στην προβολή σε μουσεία ή σε εικονικούς αρχαιολογικούς χώρους.

Τα βασικά στάδια της τρισδιάστατης ψηφιακής απεικόνισης είναι τρία:

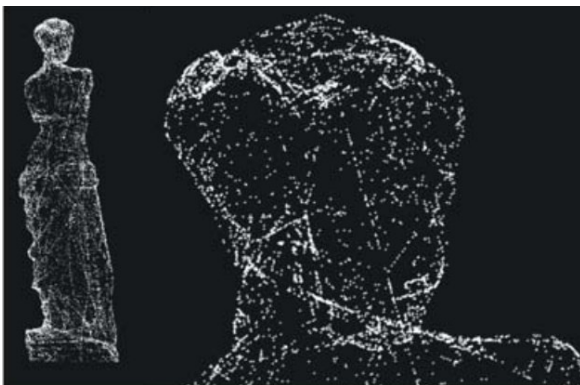
α) Η σάρωση και η λήψη ψηφιακού αρχείου με χρήση laser (3D laser scanner) χωρίς επαφή με το αντικείμενο. Σε χώρους μεγάλης έκτασης πραγματοποιούνται αεροφωτογραφίες.

Γίνονται λήψεις περιμετρικά για τη συλλογή ενός νέφους σημείων.

Η λήψη είναι απλή και η επεξεργασία και μορφοποίηση των επιφανειών του ευρήματος - μνημείου γίνεται μέσω Η/Υ.

β) Η ψηφιακή τρισδιάστατη μοντελοποίηση όπου το νέφος σημείων γίνεται αντικείμενο επεξεργασίας με το κατάλληλο λογισμικό προκειμένου να καταλήξει στη δημιουργία ενός CAD τρισδιάστατου μοντέλου φυσικού αντικείμενου με την μετατροπή τους νέφους σημείων σε τριγωνικό πλέγμα ή και απλούστερα σε μορφή συρμάτινης κατασκευής.

Οπτική αναπαράσταση 3D δεδομένων:



**Εικόνα 9 :** Νέφος σημείων



**Εικόνα 10 :** Πολυγωνικό πλέγμα

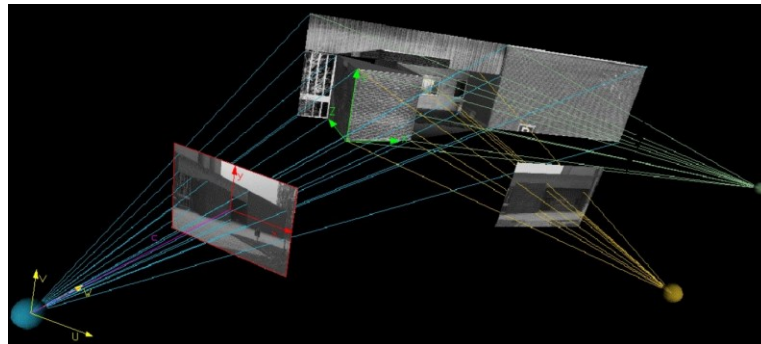


**Εικόνα 11 :** Τεχνητή φωτοσκίαση πλέγματος



**Εικόνα 12 :** Πλέγμα με πληροφορία υψής

Η εικόνα αντιστοιχίζεται σε ένα σύστημα γεωγραφικών ή προβολικών συντεταγμένων και έτσι δύναται να συνδυαστεί και με άλλα γεωμετρικά δεδομένα.



**Εικόνα 13 :** Φωτογραμμετρία για εύρεση συντεταγμένων

Σε κάποιες περιπτώσεις λόγω αδυναμίας εισχώρησης του laser σε κάποια σημεία και να χρησιμοποιήσουμε "χειροκίνητα" εργαλεία γεμίματος, τεχνικές φίλτραρίσματος ώστε να εξαλειφθούν περιττά σημεία ή ραδιομετρικές διορθώσεις για την απαλοιφή σφαλμάτων ή ακόμη και ατμοσφαιρικές διορθώσεις που προέρχονται από την παρουσία διαφόρων συστατικών όπως νερό, φως, σκιές.

Η τελική μορφή για κινητά αντικείμενα γίνεται με την βοήθεια πληροφοριών υψής από τις ψηφιακές φωτογραφίες όπου τα pixels της κάθε ψηφιακής εικόνας αναγνωρίζονται στον Η/Υ και ομαδοποιούνται σε κατηγορίες από αλγόριθμους ή ταξινομητές. Η τελική μορφή για ακίνητα μνημεία γίνεται με τη βοήθεια ογκομετρικών εικονοστοιχείων που φέρουν και την πληροφορία της τρίτης διάστασης.

Η αναπαραγωγή της επιφάνειας γίνεται με τεχνικές τριγωνισμού όπου οι τρεις κορυφές έχουν τις συντεταγμένες του σημείου στους άξονες  $x, y, z$  και συνθέτουν ένα πολυγωνικό πλέγμα που οριοθετεί την επιφάνεια. Κατόπιν με τις κατάλληλες επεξεργασίες τονίζονται ακόμη και λεπτομέρειες και αποδίδεται η τρισδιάστατη όψη της επιφάνειας του αντικειμένου είτε με τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών σε συμβατές οθόνες Η/Υ, είτε με τεχνικές στερεογραμμάτων.

Η παρουσίαση ενός τρισδιάστατου μοντέλου, εκτός από τις πρέπουσες τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν απαιτεί και την χρήση του κατάλληλου λογισμικού για την απεικόνιση των δεδομένων που θα αξιοποιηθούν καθώς και κάποια στοιχεία συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν μέσω του Η/Υ.

Η μέθοδος αυτή αποτύπωσης είναι αξιόπιστη, γρήγορη και ακριβής ως τοπογραφική.

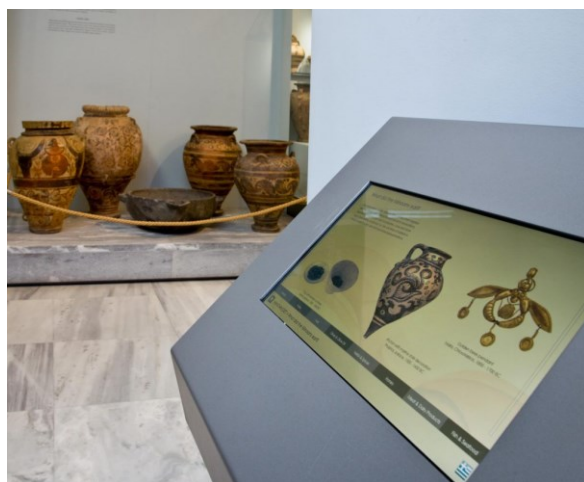
γ) Η τρισδιάστατη εκτύπωση των μοντέλων σε διατάξεις Προσθητικής – Διαστρωματική Κατασκευής (3D Printers).

Μια 3D απεικόνιση μιας ανασκαφής ή ευρήματος, μετά την συντήρηση, χρησιμοποιείται σαν αποθήκη συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων που συνεχώς εμπλουτίζεται και μπορεί να παράξει ολόγραμμα με σκοπό την ανάδειξη ολόκληρου αρχαιολογικού χώρου ή παρουσίαση μοντέλου σε αίθουσα μουσείου.

Συμπερασματικά, τα πλεονεκτήματα του τρισδιάστατου μοντέλου συνοψίζονται στα εξής:

Η μελέτη για τη συλλογή πληροφοριών που φέρει το εύρημα γίνεται χωρίς τον κίνδυνο φθοράς ή και καταστροφής – κατάρρευσης, αποφεύγονται εργασίες που μπορεί να προκαλέσουν μη αντιστρεπτές ζημιές και ελέγχεται ο τρόπος συντήρησής του με συγκρίσεις πριν και μετά τη διεξαγωγή των επεμβάσεων.

Με την τρισδιάστατη απεικόνιση τα ευρήματα εντάσσονται σε ψηφιακές συλλογές πληροφοριών και έτσι πραγματοποιείται μελέτη καταχωρημένων δεδομένων από την οθόνη του Η/Υ.



**Εικόνα 14 :** Info kiosk εγκατεστημένο σε μουσείο

Δημιουργούνται τέλος με την τρισδιάστατη απεικόνιση εικονικά μουσεία, τα οποία μέσω του διαδικτύου μπορεί να επισκεφθεί οποιοσδήποτε και να αναδειχθεί με αυτόν τον τρόπο η πολιτιστική μας κληρονομιά.



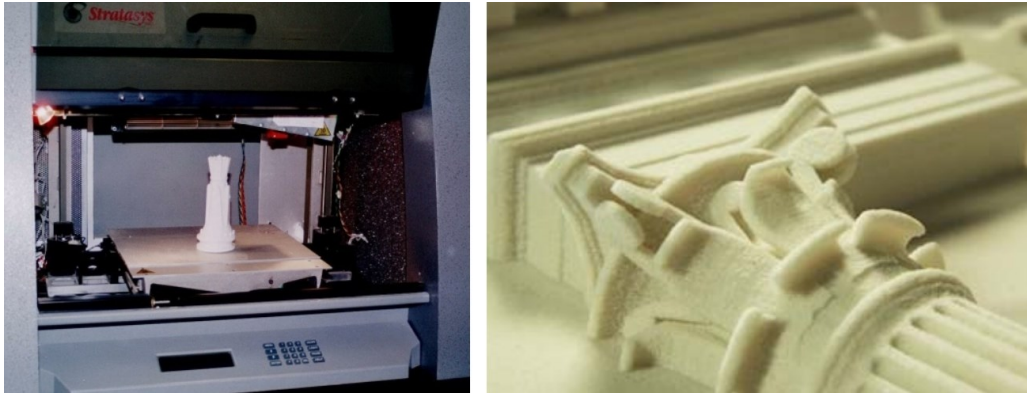
**Εικόνα 15, 16 :** Αίθουσες εικονικού μουσείου

#### 4.1. ΨΗΦΙΑΚΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΑ

Με την ψηφιοποίηση έχουμε την δυνατότητα πιστής αντιγραφής και παραγωγής πανομοιότυπων αντιγράφων από τα ίδια δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ψηφιοποίηση τους αφού οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές, κατασκευάζουν από τα σχέδια -μοντέλα, πραγματικά αντικείμενα.

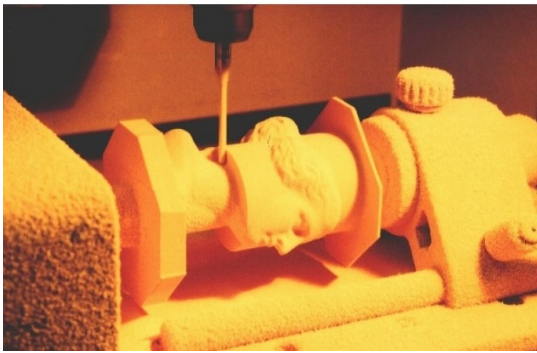
Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι τρεις:

- η τρισδιάστατη εκτύπωση όπου το μοντέλο χτίζεται σε πολλά στρώματα το ένα πάνω στο άλλο



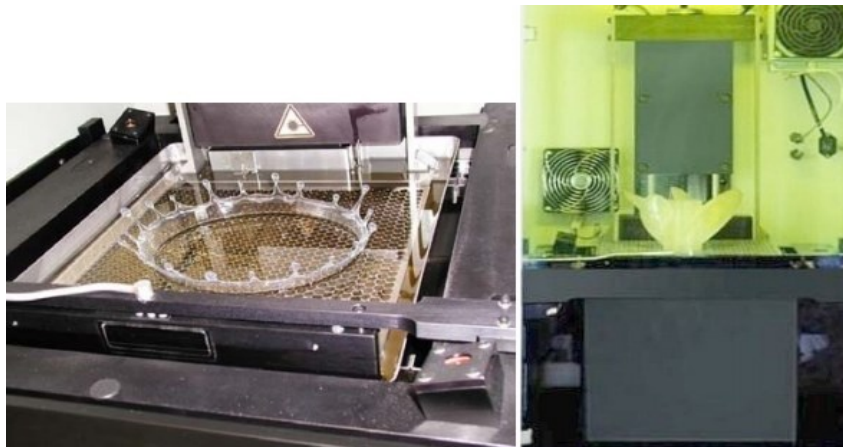
**Εικόνα 17 :** Συσκευή 3D εναπόθεσης στρωμάτων υλικού

- η τρισδιάστατη λάξευση όπου το μοντέλο λαξεύεται στο πρωτογενές υλικό με τη βοήθεια της ρομποτικής γλυπτικής



**Εικόνα 18 :** Συσκευές 3D λάξευσης

- η στερεολιθογραφία όπου ένα πολυμερές υγρό εναποτίθεται στην επιφάνεια, εκτίθεται σε υπεριώδες φως και σύμφωνα με το φαινόμενο του πολυμερισμού, στερεοποιείται.



**Εικόνα 19 :** Συσκευές 3D στερεολιθογραφίας

Με την ψηφιακή εκτύπωση μπορούν επίσης να παραχθούν ψηφιακά θήκες προστασίας για την μεταφορά ή την αποθήκευση αρχαιολογικών αντικειμένων.

## 5. 3D ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΜΕΣΩ ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΗΣ

Πριν από μία τέτοια ενέργεια, απαιτείται προγραμματισμός, τον οποίο πραγματοποιεί ομάδα επιστημόνων.

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία αφορά σε ανασκαφή στο Χιλιομόδι Κορινθίας και έγινε με εξοπλισμό και σε συνεργασία με το προσωπικό του εργαστηρίου του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Οι προγραμματισμένες δράσεις περιελάμβαναν:

Α. Διερεύνηση της μορφολογίας της ευρύτερης περιοχής στο Χιλιομόδι, μέσω:

- σύγκρισης πρόσφατων απεικονίσεων (google earth) με αεροφωτογραφίες (γεωγραφική Υπηρεσία στρατού),
- επεξεργασίας δορυφορικών πολυφασματικών λήψεων και
- γεωλογικής διερεύνησης του χώρου.

Συσχέτιση όλων των παραπάνω στοιχείων, σε συνδυασμό με αρχαιολογικά, ιστορικά στοιχεία και μαρτυρίες ντόπιων για την πρόβλεψη των μετακινήσεων του εδάφους και τον εντοπισμό πιθανών χώρων αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

Β. Γεωλογική/εδαφομηχανική διερεύνηση του ευρύτερου χώρου (στρωματογραφία, ορυκτολογική ανάλυση των στρωμάτων, περιεκτικότητα σε υγρασία), για τον καθορισμό της βέλτιστης μεθόδου γεωφυσικής διασκόπησης.

Γ. Γεωφυσικές διασκοπήσεις.

Δ. Αεροφωτογράφιση με drone για τη 3D απεικόνιση και τοπογράφιση του ανασκαφικού χώρου.



**Εικόνα 20 :** Αεροφωτογραφία από drone

Ε. Φωτογράφιση για την 3D αποτύπωση κάθε αποκαλυφθέντος ανασκαφικού στρώματος, με λεπτομερή φωτογράφιση των ευρημάτων στο στάδιο της αποκάλυψης, με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας και φωτογράφιση επιλεγμένων συντηρημένων ευρημάτων για την κατασκευή 3D μοντέλων.

Σύμφωνα με τις προγραμματισμένες εργασίες, έγινε αεροφωτογράφιση για την 3D απεικόνιση και την τοπογραφική αποτύπωση του ανασκαφικού χώρου και λήψεις φωτογραφιών σε ανασκαφικά ευρήματα για τρισδιάστατη απεικόνισή τους με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας. Επίσης έγινε γεωλογική και γεωμορφολογική διερεύνηση του ανασκαφικού χώρου και της ευρύτερης περιοχής και εξέταση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους. Στα ληφθέντα δείγματα εδάφους από το χώμα της ανασκαφής, έπρεπε άμεσα να γίνει κοκκομετρική ανάλυση, για να μην αλλοιωθούν οι μηχανικές τους ιδιότητες από την απώλεια υγρασίας.



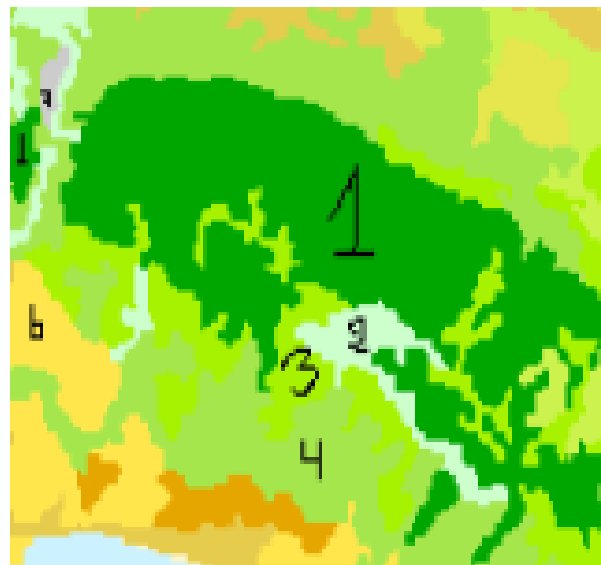
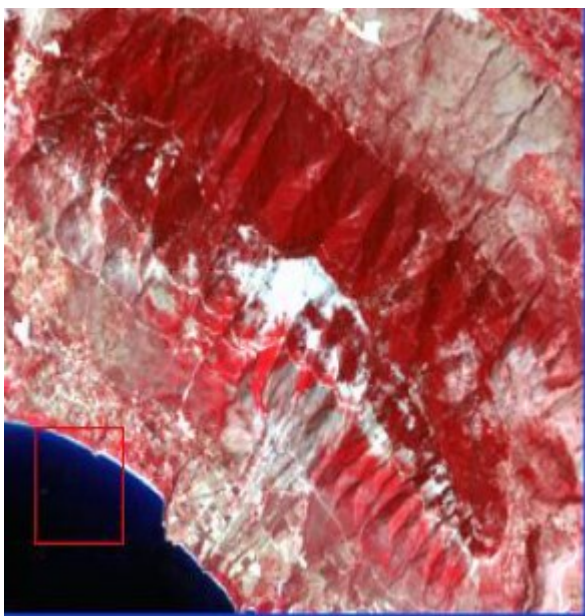
## 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ, ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΣΚΑΦΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΕΠΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ

Οι φυσικές διαδικασίες και οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, προκαλούν αλλαγές στη γεωμορφολογία της φυσικής γήινης επιφάνειας και στις υποδομές. Η διερεύνηση των μεταβολών αυτών, είναι εξαιρετικά χρήσιμη για τον εντοπισμό χώρων αρχαιολογικού ενδιαφέροντος και αναγκαία για την εκτίμηση της κατάστασης του εδάφους και των ευρημάτων για τον σχεδιασμό της ανασκαφικής διαδικασίας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία βασίζεται στη συνδυαστική χρήση των πλέον σύγχρονων διεπιστημονικών τεχνολογικών μεθόδων για το σχεδιασμό και την τεκμηρίωση της ανασκαφικής διαδικασίας από τα στάδια του εντοπισμού, της διάσωσης, της ακριβούς καταγραφής αρχαιολογικών ευρημάτων, έως το στάδιο της διαχείρισης της ανασκαφής ως ψηφιακό διαδραστικό αποθετήριο συλλογής, επεξεργασίας, απεικόνισης και συσχέτισης δεδομένων για μελέτη ή μουσειακή χρήση.

### 6.1. ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΧΩΡΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

#### 6.1.1. Επεξεργασία και συσχέτιση δορυφορικών πολυφασματικών δεδομένων τηλεπισκόπησης του εδάφους, με ιστορικά ή αρχαιολογικά δεδομένα.

Το κόστος αγοράς και επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων είναι ιδιαίτερα χαμηλό σε σχέση με την έκταση της περιοχής που καλύπτουν και την ακρίβεια της πληροφορίας που παρέχουν. Οι εμπορικοί δορυφόροι που κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη συλλέγουν καθημερινά εικόνες σε διάφορες περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Με το διαθέσιμο αρχείο στο διαδίκτυο [SatelliteDataBase.zip](#) είναι εφικτή μέσω του Google Earth η παρακολούθηση όλων των δορυφόρων που κινούνται γύρω από τη γη, με δεδομένα λήψης που μεταβάλλονται κάθε 30 δευτερόλεπτα.





**Εικόνες 21, 22, 23 :** Επεξεργασία Πολυφασματικών δορυφορικών απεικονίσεων από το Εργαστήριο Γεωδαισίας και Πληροφορικής των Γεωεπιστημών του Πολυτεχνείου Κρήτης

Οι εικόνες στο ορατό φάσμα παρέχουν πληροφορίες για τις ανθρώπινες δραστηριότητες, οι εικόνες στο υπέρυθρο φάσμα για την παρουσία και την ανάπτυξη της βλάστησης και οι εικόνες στο θερμικό φάσμα παράγουν θερμοκρασιακούς χάρτες στους οποίους καταγράφονται περιοχές όπου υπάρχει αυξημένη εξάτμιση. Τα δορυφορικά δεδομένα (Εικ. 21, 22, 23) χρησιμοποιούνται για εφαρμογές ταξινόμησης, τοπογραφίας, παραμορφώσεων ανάγλυφου της γήινης επιφάνειας, μεταλλευτικών ερευνών, γεωργίας, χρήσης γης, μετεωρολογίας, υδρολογίας, παρακολούθησης μόλυνσης υδάτων, μελέτη της κλιματικής αλλαγής, του βαρυτικού πεδίου της γης, κ.ά.

Τα δορυφορικά δεδομένα διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

Παγχρωματικά δεδομένα: Η λήψη τους πραγματοποιείται μέσω ψηφιακού παγχρωματικού ανιχνευτή, που μετράει την ανακλώμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε ευρείες περιοχές (μπάντες ή κανάλια) του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκτείνονται από το ορατό μέχρι το εγγύς υπέρυθρο. Τα παγχρωματικά δεδομένα απεικονίζονται σαν ασπρόμαυρες εικόνες και έχουν καλύτερη ανάλυση από τα αντίστοιχα πολυφασματικά.

Πολυφασματικά δεδομένα: Η λήψη τους πραγματοποιείται από ομάδες ανιχνευτών που μετρούν την ανακλώμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε 3-7 διαφορετικά κανάλια ταυτόχρονα, τα οποίων τα δεδομένα συνθέτονται για τη δημιουργία έγχρωμων εικόνων.

Υπερφασματικά δεδομένα: Η λήψη τους πραγματοποιείται από ομάδες ανιχνευτών που μετρούν την ανακλώμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε πολλά ξεχωριστά κανάλια, πολλές εκατοντάδες φορές για τη διάκριση ανεπαίσθητων χαρακτηριστικών και διαφορών, σε ιδιομορφίες της επιφάνειας της γης, ειδικά σε βλάστηση, έδαφος και βράχια. Προς το παρόν, δεν λειτουργούν υπερφασματικοί δέκτες στους εμπορικά διαθέσιμους δορυφόρους, ενώ προβλέπονται σε δορυφόρους που σύντομα θα εκτοξευθούν.

Η επεξεργασία των ψηφιακών δορυφορικών εικόνων ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

Προεπεξεργασία, που περιλαμβάνει:

- Την απάλειψη των σφαλμάτων που οφείλονται στο γήινο ελλειψοειδές, στην κίνηση της γης και του τεχνητού δορυφόρου, ή του έντονου ανάγλυφου μιας περιοχής (ορθοδιόρθωση ή ορθοαναγωγή) με την αναγωγή της εικόνας από τη σφαιρική στην επίπεδη γεωμετρία.

Η εικόνα αντιστοιχίζεται σε ένα σύστημα γεωγραφικών ή προβολικών συντεταγμένων, ώστε να μπορεί να συνδυασθεί με άλλα γεωγραφικά δεδομένα.

- Ραδιομετρικές διορθώσεις για την απαλοιφή σφαλμάτων που οφείλονται στην απορύθμιση των αισθητήρων του καταγραφέα ή αλλοιώσεις που προέρχονται από τα τεχνικά στοιχεία της διαδικασίας καταγραφής και μετάδοσης.

- Ατμοσφαιρικές διορθώσεις, για την απαλοιφή σφαλμάτων που προέρχονται από την επίδραση των συστατικών (νερό σε αέρια φάση και αερολύματα) της ατμόσφαιρας που αλλοιώνουν την ποσότητα της εισερχόμενης ακτινοβολίας στον αισθητήρα ή σε επιδράσεις του ανάγλυφου, όπως η σκιά ενός ορεινού όγκου.

Ανάλυση: Η ανάλυση των τηλεπισκοπικών δεδομένων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των διαθέσιμων δεδομένων (χωρική, φασματική ή ραδιομετρική ανάλυση) και διακρίνεται:

- στην ποσοτική ανάλυση, όταν μετρείται μια συγκεκριμένη ιδιότητα ή μεταβλητή, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία,

- στην ποιοτική, όταν ο σκοπός της ανάλυσης είναι η αποτύπωση χαρακτηριστικών του εδάφους ή ο εντοπισμός και η αναγνώριση συγκεκριμένων υλικών και

- στην φωτοερμηνεία, όπου με οπτικό τρόπο αναλύονται το μοτίβο, το χρώμα και το σχήμα της διάταξης των pixels.

Τα pixels της δορυφορικής εικόνας αναγνωρίζονται και ομαδοποιούνται σε κατηγορίες (spectral classes), βάσει των φασματικών ταυτοτήτων ή υπογραφών τους, από αλγόριθμους ή ταξινομητές που διακρίνονται:

- στους ευρύτερης χρήσης ταξινομητές φάσματος, που διακρίνουν μεμονωμένα pixels και - στους ταξινομητές που διακρίνουν ομάδες από pixels βάσει ιδιοτήτων χώρου ή υψής, που παρότι είναι πιο πολύπλοκοι παρέχουν μεγαλύτερη ακρίβεια.

Η εκτίμηση της ακρίβειας της παραπάνω διαδικασίας γίνεται με τη σύγκριση της ψηφιακής απεικόνισης από τις ταξινομημένες ομάδες των pixels υπό μορφή πολυγώνων, με τα πραγματικά δεδομένα. Η εκτίμηση δίνεται υπό μορφή ποσοστού, μέσω ενός πίνακα (confusion matrix), όπου συγκρίνονται τα αποτελέσματα των κριτηρίων ταξινόμησης σε σχέση με τα χαρακτηριστικά της πραγματικής εικόνας που συλλέγονται από επιτόπιες παρατηρήσεις, από αεροφωτογραφίες, ορθοφωτοχάρτες, κ.ά.

Η χρήση της τηλεπισκόπησης έχει καθιερωθεί για τον διαχρονικό έλεγχο των αλλαγών στην επιφάνεια της γης (πλημμύρες, εποχιακή εναλλαγή βλάστησης, ή σε μακροπρόθεσμα φαινόμενα, όπως η οικιστική ανάπτυξη και η ερημοποίηση, η μόλυνση των θαλασσών, κλπ) με τη σύγκριση τηλεσκοπικών λήψεων σε διαφορετικούς χρόνους από την ίδια περιοχή, μέσω κατάλληλων αλγορίθμων. Προϋπόθεση αποτελεί η γεωμετρική σύμπτωση των δορυφορικών εικόνων από τις διάφορες χρονικές στιγμές που μπορεί να επιτευχθεί είτε με γεωμετρική διόρθωση (ή ορθοαναγωγή) των εικόνων σε κοινό σύστημα αναφοράς συντεταγμένων, ή με την μεταξύ τους γεωγραφική (image to image registration) σύνδεση.

Σημαντική είναι η δυσκολία στη σύγκριση των δορυφορικών εικόνων που οφείλεται στην επίδραση της ατμόσφαιρας. Ακόμα και αν οι εικόνες έχουν ληφθεί σε πολύ κοντινές χρονικές περιόδους και από τον ίδιο δορυφόρο, είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες κατά τη στιγμή της λήψης θα είναι διαφορετικές.

Το πρόβλημα επιλύεται με τη διαχρονική μελέτη ταξινομημένων εικόνων, στις οποίες τα δείγματα για τον αλγόριθμο ταξινόμησης έχουν ληφθεί ξεχωριστά στις συγκρινόμενες εικόνες. Στις βασικές αυτοματοποιημένες ή μη μεθόδους διαχρονικής ανάλυσης σε επίπεδο εικονοστοιχείου, ή αντικειμένου περιλαμβάνονται:

Η υπέρθεση εικόνων (image overlaying), με τη χρήση κατάλληλων ψευδοέγχρωμων συνδυασμών από τις δύο εικόνες, όπου εντοπίζονται οι θετικές ή αρνητικές μεταβολές.

Η διαφορά εικόνων (image differencing). Με την αφαίρεση των εικόνων, παραμένουν οι περιοχές με έντονη διαφορά (θετική ή αρνητική) που έχουν υποστεί τις μεγαλύτερες διαχρονικές μεταβολές.

Η ανάλυση κυρίων συνιστωσών (Principal Component Analysis), όπου υπολογίζονται οι κύριες συνιστώσες του συνόλου των εικόνων. Οι πρώτες συνιστώσες (1η ή 2η) υποδεικνύουν τις περιοχές με τις μεγαλύτερες μεταβολές.

Η ανάλυση διαφορών κατόπιν ταξινόμησης (post-classification change detection), όπου οι επιμέρους εικόνες ταξινομούνται και κατόπιν αναλύονται οι διαφορές σε επίπεδο αντικειμένου (classified object).

Η επεξεργασία των πολυφασματικών δεδομένων που εφαρμόζονται για την αναπαράσταση των φυσικών γεωμορφολογικών αλλαγών της γήινης επιφάνειας σε ψηφιακά μοντέλα εδάφους, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον εντοπισμό περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, καθώς και για την χωροταξία και την τοπογράφηση των ανασκαφικών χώρων.

#### 6.1.2. Γεωλογική διερεύνηση του υπεδάφους.

Η διερεύνηση των γεωμορφολογικών αλλαγών ως αίτια επικάλυψης αρχαιολογικών χώρων για την εκτίμηση των πιθανών περιοχών εκσκαφής, παρέχει σημαντική βοήθεια στο σχεδιασμό της ανασκαφικής διαδικασίας, όπως για την εκτίμηση της πλέον καταλλήλου μεθόδου γεωφυσικής διασκόπησης που θα χρησιμοποιηθεί και αναγνώριση της θέσεως και του πάχους του προσχωσιγενούς στρώματος εντός του οποίου έχουν επιχωθεί πιθανά ευρήματα καθώς και του αρχαιολογικά στείρου υποβάθρου του.

Η γεωλογική έρευνα έγινε στα πλαίσια της αποτυπώσεως και παραμετροποίησης του περιβάλλοντος δύο Ανασκαφικών θέσεων της περιφέρειας του Χιλιμοδίου Κορινθίας. Οι θέσεις είναι η επονομαζόμενη “Θέατρο” ή “Λίμνη”, ΝΑ του οικισμού και μία ταφική θέση ΒΔ του.

Σύμφωνα με τη συνοπτική γεωλογική και στρωματογραφική έκθεση του ανασκαφικού χώρου στην θέση Θέατρο - Λίμνη - Νταμάρια, κοινότητας Χιλιμοδίου Κορινθίας, το ερευνηθέν γήπεδο (Εικ. 25), εντός του οποίου εκτελούνται οι ανασκαφικές εργασίες, έχει παραλληλόγραμμο σχήμα και κείται στα Νότια όρια της κοινότητας Χιλιμοδίου. Το μέσο υψόμετρο του χώρου είναι, περίπου, 311 μ. Ο χώρος οριοθετείται, κατά την Δυτική και Νότια πλευρά του, από κοινοτική οδό και κατά τις άλλες δύο, από ιδιωτικά γήπεδα.

Γεωμορφολογική περιγραφή: Από γεωμορφολογικής πλευράς, ο ανασκαφικός χώρος αποτελεί μέρος της ΝΔ κλιτύς ενός αντερείσματος το οποίο σχηματίζεται στην ΝΑ πλευρά του οικισμού και μέρος του βορείου/βορειοδυτικού τοιχώματος της αβαθούς κοιλάδας από την οποία διέρχεται η επαρχιακή οδός Χιλιμοδίου – Άργους.

Χαρακτηριστική της διαμορφώσεως του χώρου είναι η ομαλή κλίση του φυσικού πρανούς η οποία, στα κατάντη, δημιουργεί έναν αναβαθμό, ο οποίος, όπως τεκμηριώνεται και από στρωματογραφικά δεδομένα, φιλοξενούσε, μέχρι την τελευταία πεντηκονταετία, ελώδη σχηματισμό. Σε πρώτη προσέγγιση, ο χώρος φαίνεται να έχει σχηματισθεί από ένα ριπίδιο αποθέσεων χειμάρρου το οποίο δημιουργήθηκε από προϊόντα διαβρώσεως του άνω τμήματος του αντερείσματος.

Γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής: Το σύστημα πετρωμάτων το οποίο αποτελεί το Γεωλογικό υπόβαθρο της μείζονος περιοχής του ανασκαφικού χώρου και επί της ουσίας, της μείζονος περιοχής του Χιλιμοδίου, είναι το σύμπλεγμα λιμναίων σχηματισμών, δηλαδή, μαργών, ψαμμιτικών μαργών, μαργαϊκών ψαμμιτών και τοπικά, μαργαϊκών ασβεστόλιθων, Πλειοκαινικής ηλικίας, της Βορείου Πελοποννήσου, ενώ προς νότο κυρίως εμφανίζεται ο Ασβεστόλιθος, μάλλον Ιουρασικής ηλικίας, των περιβαλλόντων ημιορεινών όγκων. Επιφανειακά, μεγάλο μέρος του συστήματος των λιμναίων αποθέσεων καλύπτεται από σύγχρονα ιζήματα, σε μεγάλο βαθμό, σήμερα, καλλιεργήσιμες γαίες.

Γεωλογική δομή του Ανασκαφικού χώρου: Το ανωτέρω αναφερθέν σύστημα των Πλειοκαινικών σχηματισμών, στο χώρο της ανασκαφής δεν είναι επιφανειακά ορατό, καλυπτόμενο από ένα στρώμα νεωτέρων χειμαρρωδών αποθέσεων, το οποίο έχει πάχος

κυμαινόμενο από 0,3 μ. Στα ανάντη του πρανούς, μέχρι 2-2,5 μ στα κατάντη. Στο χαμηλότερο, νότιο τμήμα του χώρου, εμφανίζεται και ένα στρώμα πάχους, περίπου, 0,7 μ. από σύγχρονες επιχωματώσεις. Το χειμαρρώδες επικάλυμμα είναι ιλυοαργιλλώδους υφής και περιέχει αρτίγονα, γλυκέων υδάτων.

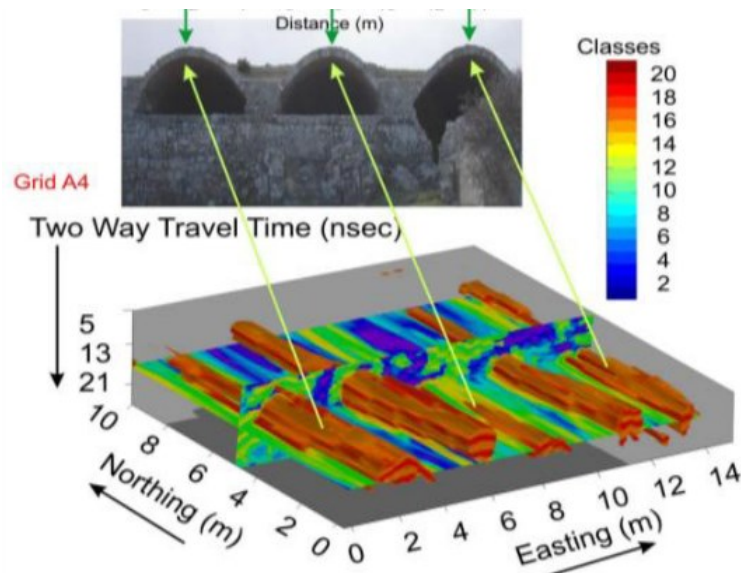
Η Ανασκαφή απεκάλυψε, τοπικά, την οροφή των Πλειοκαινικών σχηματισμών, η οποία αποτελείται από ένα στρώμα ψαμμίτη, ασβεστιτικής συστάσεως, ορατού πάχους 5-10 μ., το οποίο εμφανίζει παράταξη σχεδόν Δυτική-Ανατολική και βυθίζεται προς Βορρά με μέση κλίση 40 μοιρών. Επί του στρώματος αυτού έχουν γίνει και οι ανθρώπινες επεμβάσεις, δηλαδή επιχώσεις των ανωμαλιών με αδρανή και ισοπέδωση με τοποθέτηση λιθόστρωτου.

Πιθανότατα, το μέγιστο μέρος του χώρου, υπό τις χειμαρρώδεις αποθέσεις, σύγκειται από την σειρά των εναλλαγών μαργών και μαργαϊκών ψαμμιτών η οποία είναι επιφανειακώς ορατή περίπου 250 μ. ΝΔ του χώρου στο πρανές της τομής παρακείμενης αγροτικής οδού.

Από τα, μέχρι στιγμής, αποκαλυφθέντα συνάγεται ότι, πιθανά κινητά ευρήματα (θραύσματα αγγείων, εκταφέντα οστά, εργαλεία ή όπλα) τα οποία δεν είχαν τοποθετηθεί εντός της δομής πιθανών κτηρίων ή τάφων, αν δεν έχουν παντελώς καταστραφεί, θα έχουν παρασυρθεί από τις χειμαρρώδεις ροές και πιθανόν εναποτεθεί συσσωρευτικά στα κατάντη της ανασκαφής και μάλλον, εντός των παλαιών ελωδών αποθέσεων, υπό την σημερινή μέση στάθμη του τοπικού υδροφόρου ορίζοντος, εκατέρωθεν της κοινοτικής οδού, τόσο εντός του ανασκαφικού χώρου, όσο και σε όμορα γήπεδα και αγροτεμάχια.

### 6.1.3. Γεωφυσική διασκόπηση υπεδάφους, για τον προσδιορισμό των βέλτιστων περιοχών εκσκαφής.

Οι μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης (Εικ. 24) εφαρμόζονται στην εξερεύνηση αρχαιολογικών χώρων σε παγκόσμια κλίμακα και αναφέρονται σ' όλα τα βιβλία εισαγωγής στην αρχαιολογική επιστήμη. Οι μέθοδοι γεωφυσικής διασκόπησης καταγράφουν σε γεωφυσικούς χάρτες τις διαταράξεις που προκαλούν οι αρχαιότητες στην ομοιογένεια των ανωτέρων στρωμάτων της Γης και τις ανωμαλίες που προκαλούν σε φυσικά ή τεχνητά πεδία.



**Εικόνα 24 :** Απεικόνιση αποτελεσμάτων γεωφυσικής διασκόπησης του εργαστηρίου εφαρμοσμένης γεωφυσικής του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Η εφαρμογή των μεθόδων γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, με μικρό κόστος και καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις. Στις εφαρμοζόμενες μεθόδους περιλαμβάνονται: 1) η μέθοδος Γεωραντάρ (GPR) 2) η μέθοδος Σεισμικής Διάθλασης, 3) η μέθοδος Γεωηλεκτρικής Τομογραφίας, 4) η Βαρυτομετρική μέθοδος, 5) η Μαγνητομετρική μέθοδος, 6) η Ηλεκτρομαγνητική μέθοδος, 7) η μέθοδος VLF, 8) η μέθοδος Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας, 9) η μέθοδος Αυτοδυναμικού και 10) η μέθοδος Πόλωσης εξ επαγωγής.

#### 6.1.4. Τοπογραφική αποτύπωση και 3D απεικόνιση του ανασκαφικού χώρου.

Η τρισδιάστατη αποτύπωση μέσω της ψηφιοποίησης ενός μνημείου επιτυγχάνει την ακριβή αποτύπωση και καταγραφή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του με τρόπο ώστε να αναπαρίσταται πιο αξιόπιστα από οποιαδήποτε άλλη τεχνική η γεωμετρική μορφή και η θέση του στο χώρο με τη χρήση τρισδιάστατων εικονικών μοντέλων στη μνήμη αλλά και στη οθόνη ενός Η/Υ.

Η καταγραφή πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το άρθρο 16 της διακήρυξης της Βενετίας:

*«Οι εργασίες συντήρησης, αποκατάστασης και ανασκαφής θα πρέπει να βασίζονται σε εξακριβωμένη τεκμηρίωση, δηλαδή σε αναλυτικές και κριτικές εκθέσεις, εικονογραφημένες με σχέδια και φωτογραφίες».*

Η αναγκαιότητα της ακριβούς καταγραφής των ιστορικών μνημείων με στόχο την διατήρησή τους, αποτελεί τον κύριο λόγο της σύστασης και λειτουργίας διεθνών οργανισμών για την προστασία των μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς, που συμμετέχουν ειδικευμένοι επιστήμονες πολλών διαφορετικών ειδικοτήτων, όπως αναγράφεται στο άρθρο 2 της διακήρυξης της Βενετίας: *«Η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο ο οποίος πρέπει να αποτελείται στη συνεργασία όλων των επιστημών και όλων των τεχνών που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και τη διάσωση της πολιτιστικής κληρονομιάς».*

Συγκεκριμένα, το 1968 ιδρύθηκε μια από τις διεθνείς επιτροπές του ICOMOS, η CIPA (*Comité International de Photogrammétrie Architecturale*) σε συνεργασία με τη Διεθνή Ένωση Φωτογραμμετρίας και Τηλεπισκόπησης (*ISPRS International Society of Photogrammetry and Remote Sensing*), με στόχο τη μετάδοση της τεχνογνωσίας από τις επιστήμες των μετρήσεων στους επιστημονικούς κλάδους που είναι υπεύθυνοι για την καταγραφή και τεκμηρίωση των αρχιτεκτονικών (και μη) μνημείων. Επειδή το αρχικό προσωνύμιο της CIPA δεν ανταποκρίνονταν πλήρως με το στόχο του εγχειρήματος, για τη συνεργασία καθιερώθηκε διεθνώς το όνομα “CIPA Heritage Documentation”, με δραστηριότητες στην καταγραφή, τεκμηρίωση και διαχείριση Πληροφοριών, στη δημιουργία πληροφοριακών συστημάτων πολιτιστικής κληρονομιάς, στην εφαρμογή απλών μεθόδων αρχιτεκτονικής φωτογραμμετρίας, στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας, στην αρχαιολογία και στην εφαρμογή φωτογραφικών και τοπογραφικών μεθόδων αποτύπωσης των μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς.

Πολλά ενεργά μέλη και εθνικοί εκπρόσωποι της CIPA είναι ειδικευμένοι επιστήμονες με εμπειρία στην καταγραφή - τεκμηρίωση μνημείων αλλά και στα συστήματα διαχείρισης πληροφορίας πολιτιστικής κληρονομιάς και ειδικότερα στους τομείς τοπογραφικών μετρήσεων χώρου, Laser scanning, τοπογραφικών αποτυπώσεων κτιρίων, τεκμηρίωσης αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων, συντήρησης μνημείων, αρχαιολογικών ανασκαφών, συστημάτων πληροφοριών, επίγειας φωτογραμμετρίας, ανάλυσης και χρήσης αρχειακού φωτογραφικού υλικού και ανάπτυξης πολυμέσων και συστημάτων εικονικής πραγματικότητας.

Οι τεχνικές ψηφιοποίησης των κινητών μνημείων χρησιμοποιούν για την αποτύπωση του αντικειμένου ένα τρισσορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων.

Ο πιο απλός τρόπος αναπαράστασης και αποθήκευσης τρισδιάστατων συντεταγμένων επιφάνειας είναι με τη χρήση μιας δισδιάστατης εικόνας (*χάρτες βάθους ή depth maps*), όπου

κάθε εικονοστοιχείο χαρακτηρίζεται από μια διαβάθμιση του γκριζου, που αντιστοιχεί στις συντεταγμένες του στον τρισδιάστατο χώρο, με 2 βασικές μεθοδολογίες, της εκπομπής σήματος (*Radar*) για ακίνητα μνημεία και της *τριγωνοποίησης* για κινητά μνημεία.

Σε ένα συγκριμένο σύστημα αναφοράς, καταγράφεται ένας μεγάλος αριθμός (νέφος) σημείων της εξωτερικής επιφάνειας του και του περιβάλλοντος χώρου. Για την απόδοση του 3D μοντέλου απαιτούνται τεχνικές φιλτραρίσματος για την εξάλειψη των πλεοναζόντων σημείων και η ανακατασκευή της επιφάνειας του με τη χρήση τεχνικών τριγωνισμού για τη δημιουργία πολυγώνων που περιγράφουν τη συνολική εξωτερική του επιφάνεια του αντικειμένου. Οι τρεις κορυφές κάθε τριγώνου, φέρουν τις συντεταγμένες θέσης σε κάθε άξονα (x,y,z), για τη σύνθεσή τους σε ένα πολυγωνικό πλέγμα που οριοθετεί την επιφάνεια και μπορεί να φωτοσκιαστεί τεχνητά για τον τονισμό των λεπτομερειών και της απόδοσης τεχνητής 3D όψης της επιφάνειας του αντικειμένου.

Η τελική μορφή και υφή για τη δημιουργία του τελικού 3D μοντέλου, γίνεται με την ενσωμάτωση πληροφοριών υφής ή εικονοστοιχείων (*pixel= Picture element*), από δισδιάστατες φωτογραφίες διαφορετικών όψεων του αντικειμένου σε κάθε χαρτογραφημένο τρίγωνο της επιφάνειας, για τη δημιουργία των χαρακτηριζόμενων επιφανειακών (*surfel =Surface Element*) ή ογκομετρικών εικονοστοιχείων (*voxel = Volumetric pixel*), που εμπεριέχουν και την πληροφορία της τρίτης διάστασης. Για το τελικό στάδιο της μοντελοποίησης χρησιμοποιούνται ποικίλες τεχνικές που καθορίζονται από το κόστος εφαρμογής, τη γεωμετρική ακρίβεια ή τη χρωματική ακρίβεια αναπαράστασης του μοντέλου, κ.ά.

Για την απεικόνιση των 3D αποτυπώσεων, χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα τρισδιάστατης οπτικής αναπαράστασης, είτε με τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών σε συμβατικές οθόνες υπολογιστών, είτε με τεχνικές στερεογραμμάτων (*anaglyphs*).

Η 3D απεικόνιση με τη χρήση στερεοσκοπικών γυαλιών, βασίζεται στην διαδοχική προβολή στην οθόνη του Η/Υ, 2 εικόνων με προοπτικές διαφορές, που μεταβάλλουν διακοπτόμενα την πόλωση των υγρών κρυστάλλων των γυαλιών, τις οποίες συνθέτει το ανθρώπινο μάτι σε μια στερεοσκοπική εικόνα, λόγω της αδυναμίας του να ακολουθήσει το ρυθμό ανανέωσης των εικόνων που προβάλλονται.

Η οπτική αναπαράσταση τρισδιάστατων μοντέλων με τη χρήση στερεογραμμάτων, προσφέρει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο με τον χρήστη, μέσω πολλών προγραμμάτων που προσφέρονται δωρεάν στο διαδίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προβολή των 3D μοντέλων σε οθόνες υπολογιστών. Απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η μεγάλη μνήμη και κάρτες γραφικών όπου ο αριθμός των εικόνων που μπορούν να εμφανίσουν ανά δευτερόλεπτο, είναι μεγαλύτερος από το πλήθος των τριγώνων που εμφανίζονται στις προβαλλόμενες εικόνες.

Ευρέως διαδεδομένες τεχνικές προβολής στηρίζονται σε προγράμματα ιεραρχικής οργάνωσης δεδομένων, επιπέδων λεπτομέρειας, ιεραρχικής προβολής, επικαλυπτόμενων επιφανειών, κ.ά. Οι Garlick et al. συνδύασαν την χρήση πολλαπλών επεξεργαστών, οι Airey et al. εφάρμοσαν μία μέθοδο που συνδυάζει την τεχνική επιπέδων λεπτομέρειας με προϋπάρχουσες οπτικές πληροφορίες (σκιάσεις, αντανακλάσεις, κ.ά.) ενώ στην έκθεση της SIGGRAPH 2004 παρουσιάστηκε το πρώτο πραγματικό τρισδιάστατο σύστημα προβολής, όπου ο θεατής μπορούσε να κινηθεί γύρω από το προβαλλόμενο αντικείμενο, εξετάζοντας κάθε όψη του.

Παλαιότερα, η κοινή πρακτική για την αποτύπωση των μνημείων και αντικειμένων γινόταν με μη αυτοματοποιημένες διαδικασίες μη ελεγχόμενης ακρίβειας, από γεωδαιτικούς σταθμούς για την αποτύπωση μεγάλων ακίνητων αντικειμένων και με τη χρήση μετροταινιών και παχύμετρων για τη μέτρηση μικροαντικειμένων. Η αποτύπωσή των χαρακτηριστικών όψεων των κατόψεων και των τομών, γίνονταν σε χάρτινους φορείς υπό κλίμακα.

Η ανάπτυξη νέων εξελιγμένων αυτοματοποιημένων ψηφιακών μετρητικών διατάξεων, που οριοθετούν τη θέση ενός κινητού ή ακίνητου μνημείου στο χώρο μέσω ενός μεγάλου αριθμού

χαρακτηριστικών σημείων, για την τρισδιάστατη καταγραφή, μελέτη και παρουσίασή τους, παρέχει τα παρακάτω βασικά πλεονεκτήματα:

- Το τρισδιάστατο μοντέλο, αποτελεί την πιο ακριβή και αντικειμενικά αποδεκτή αποτύπωση της κατάστασης διατήρησης του μνημείου, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των υπό κατάρρευση ακίνητων μνημείων ή των εξαιρετικά ευπαθών κινητών μνημείων, με μεγάλο βαθμό φθοράς. Με τη μελέτη του τρισδιάστατου μοντέλου αντί του ίδιου του αντικειμένου, αποφεύγονται ενέργειες που μπορεί να επιφέρουν σημαντικές βλάβες και ελέγχεται η ποιότητα των διαδικασιών συντήρησης, με τη σύγκριση της κατάστασής τους, πριν και μετά από τη διεξαγωγή των επεμβάσεων.
- Η ψηφιοποιημένη μορφή των τρισδιάστατων μοντέλων, προσφέρεται για την ενσωμάτωσή τους σε ψηφιακή συλλογή πληροφοριών, για την εξ αποστάσεως μελέτη επεξεργασία και συσχέτιση των καταχωρημένων δεδομένων από την οθόνη ενός τυπικού Η/Υ. Η συμβατική φωτογραφική απεικόνιση, δεν προβάλλει με ακρίβεια τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ούτε το σύνολο της εικόνας των αντικειμένων και δεν παρέχονται οι ακριβείς διαστάσεις των επιμέρους τμημάτων των αντικειμένων ή λεπτομερειών τους (υφή επιφάνειας), που με την 3D αποτύπωση μπορούν να καταγραφούν σχεδόν σε μικροσκοπική κλίμακα.
- Η χρήση της ψηφιοποιημένης μορφής των τρισδιάστατων μοντέλων για τη δημιουργία εικονικών μουσείων μέσω του διαδικτύου, μπορεί να αποτελέσει ένα από τα σημαντικότερα προϊόντα για την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς.

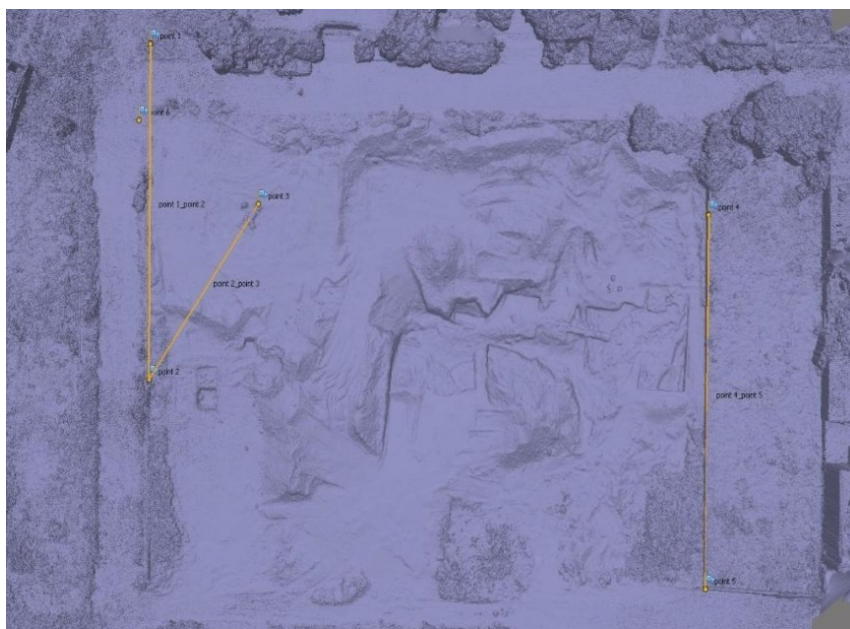
Η αποτύπωση του ανασκαφικού χώρου στο Χιλιμόδι, έγινε με χρήση πρωτότυπων μη επανδρωμένων ιπτάμενων οχημάτων - drones, σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γεωδαισίας και Πληροφορικής των Γεωεπιστημών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Λόγω της απαίτησης υψηλών δυνατοτήτων μνήμης και επεξεργασίας του μεγάλου όγκου των δεδομένων, η σύνθεση των ληφθέντων αεροφωτογραφιών έγινε στον υπολογιστή του παραπάνω εργαστηρίου. Το τρισδιάστατο μοντέλο (Εικ. 25) μέσω του προγράμματος επεξεργασίας και προβολής, προσφέρεται για τοπογραφική επεξεργασία (Εικ. 26), επιτρέπει την πλοήγηση στον ανασκαφικό χώρο από διαφορετικές όψεις και διαφορετικές αποστάσεις (Εικ. 27, 28) με λεπτομερή απόδοση της επιφάνειας και την αυτοματοποιημένη δυνατότητα μέτρησης των αποστάσεων μεταξύ επιλεγμένων σημείων με εξαιρετική ακρίβεια.

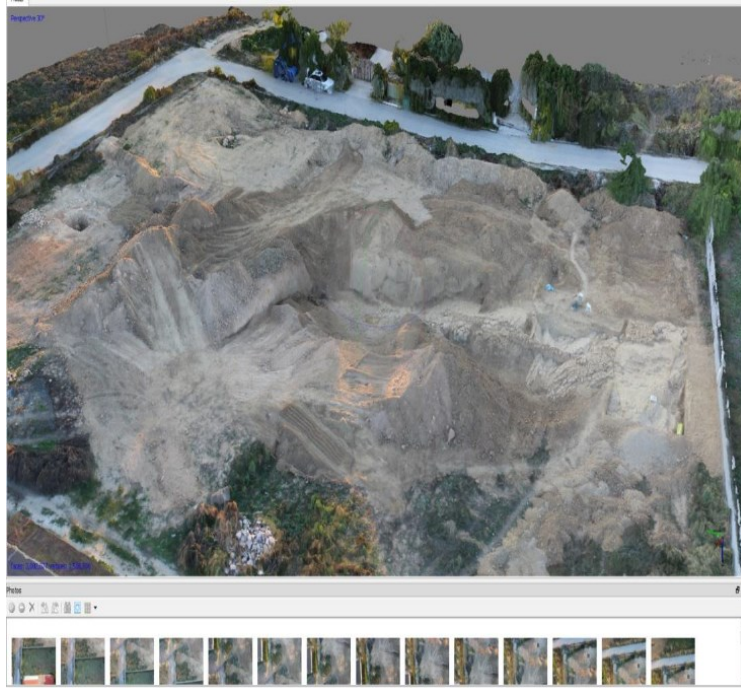




**Εικόνα 25 :** Ορθοφωτογραφία του ανασκαφικού χώρου στο Χιλιόμοδι, που κατασκευάστηκε από τη σύνθεση αεροφωτογραφιών που λήφθηκαν από drone.



**Εικόνα 26 :** Τοπογραφική επεξεργασία του τρισδιάστατου μοντέλου της ανασκαφής. Αυτοματοποιημένη μέτρηση των αποστάσεων μεταξύ επιλεγμένων σημείων.



**Εικόνα 27 :** Όψη του ανασκαφικού χώρου στην οθόνη του υπολογιστή, κατά την πλοήγηση στο τρισδιάστατο μοντέλο.



**Εικόνα 28 :** Όψη του ανασκαφικού χώρου στην οθόνη του υπολογιστή, κατά την πλοήγηση στο τρισδιάστατο μοντέλο της ανασκαφής.

#### 6.1.5. Γεωλογική εδαφομηχανική διερεύνηση του ανασκαφικού χώρου.

Η διερεύνηση του ανασκαφικού χώρου περιλαμβάνει στρωματογραφία, ορυκτολογική ανάλυση των στρωμάτων και της περιεκτικότητά τους σε υγρασία, για την αξιολόγηση της ευστάθειας του ανασκαφικού ορύγματος, φρέατος ή σήραγγας και την υπόδειξη των

καταλλήλων διατάξεων για την αντιστήριξή τους και υποστήριξη του σχεδιασμού τυχόν, προσωρινών ή μονίμων, προστατευτικών κατασκευών (Εικ. 29) επί του αρχαιολογικού χώρου. Επιπλέον η γεωλογική και στρωματογραφική έρευνα μπορεί να διακρίνει μεταξύ φυσικών και τεχνητών (ανθρωπογενών) γεωμορφολογικών σχηματισμών με αρχαιολογικό ενδιαφέρον, όπως γηλόφων και τάφρων.



**Εικόνα 29 :** Ο αρχαιολογικός χώρος του Ακρωτηρίου Σαντορίνης (2001), προ της καταρρεύσεως του βαρύτερου στεγάστρου που αντικατέστησε το εικονιζόμενο. Η αστοχία στη θεμελίωση κάποιων εκ των υποστυλωμάτων, ίσως ευθύνεται για την κατάρρευσή του.

Στην ανασκαφή του Χιλιομοδίου, εκτός της γεωλογικής χαρτογραφίσεως, εκτελέσθηκαν οι συνήθεις δοκιμές της εδαφομηχανικής σε δείγματα εδάφους μαργαϊκής συστάσεως καθώς και από δείγματα μαργαϊκής αργίλου και ασβεστολιθικών χαλίκων, προφανώς χειμαρρώδους προελεύσεως, που χρησιμοποιήθηκαν ως υλικό ισοπεδωτικής στρώσεως του υποστρώματος του αρχαίου δρόμου, σκληρού καταστρώματος, ο οποίος εντοπίσθηκε στην θέση Θέατρο. Τα υπόλοιπα δείγματα είναι φυσικές προσχώσεις οι οποίες καλύπτουν ή αποτελούν το υπόστρωμα των αρχαιολογικών χώρων.

Τα αποτελέσματα των εδαφομηχανικών αναλύσεων, χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της στερεοποιήσεως των εδαφών επιχώσεως καθώς επίσης και για τον υπολογισμό της φερούσης ικανότητας του υποστρώματος της λιθοστρώτου αρχαίας οδού και επομένως, για την εξαγωγή εμμέσων συμπερασμάτων περί του είδους της κυκλοφορίας την οποία εξυπηρετούσε.

**Πίνακας 5 :** Συνοπτικά, οι τιμές των μηχανικών παραμέτρων

Παράμετρος	Συνοχή (Kp/cm <sup>2</sup> )	Γωνία Τριβής (μοίρες)	Δείκτης Συμπίεσης	Μέτρο ελαστικότητας (MN/m <sup>3</sup> )	Μέτρο Αντίδρασης Εδάφους (Kp/cm <sup>2</sup> )
Δείγμα					
Φ1	0,50	20,40	0,189	380	11,84
Φ2	0,66	16,50	0,291	450	12,70
Φ3	0,55	26,70	0,198	388	10,22
Φ4	0,64	15,40	0,180	375	15,70

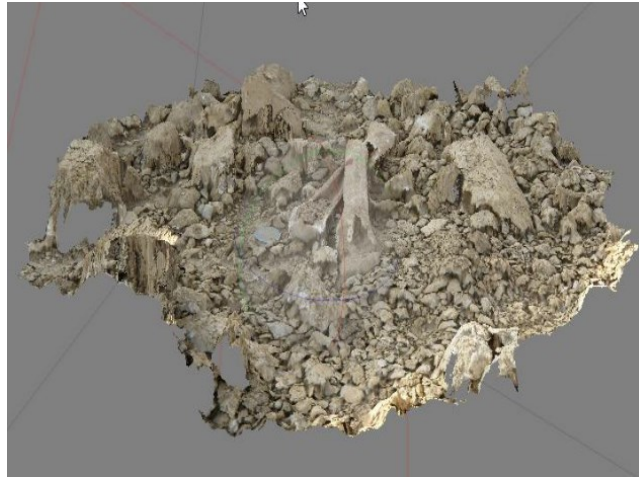
6.1.6. Απεικόνιση 3D κάθε ανασκαφικού στρώματος, ανά ανασκαφικό τετράγωνο, με λεπτομερή φωτογράφιση των ευρημάτων του στο στάδιο της αποκάλυψης, με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας.

Η 3D αποτύπωση κάθε ανασκαφικού στρώματος με τη φωτογραμμετρική μέθοδο μπορεί να εφαρμοστεί με οικονομικό τρόπο και με τα υπάρχοντα μέσα, με την ελάχιστη εκπαίδευση του προσωπικού της ανασκαφής και να ενταχθεί στις συστηματικές ανασκαφικές διαδικασίες, αντικαθιστώντας τις συμβατικές μεθόδους φωτογράφισης.



**Εικόνα 30 :** Οι τρεις όψεις του 3D μοντέλου στην οθόνη του υπολογιστή, αποκαλυφθέντος τάφου στην ανασκαφή του Χιλιομοδίου.

Επιβεβαίωση του παραπάνω, αποτελεί το 3D μοντέλο, του αποκαλυφθέντος τάφου στο Χιλιομόδι, που κατασκευάστηκε μέσω τηλεφωνικών οδηγιών για τον τρόπο λήψης των φωτογραφιών με συμβατική φωτογραφική κάμερα. Με την επεξεργασία των φωτογραφιών κατασκευάστηκε το 3D μοντέλο του τάφου (Εικ. 30), για την τοπογραφική αποτύπωσή και την 3D απεικόνισή του, που επιτρέπει την πλοήγηση μέσω της οθόνης του υπολογιστή στα ευρήματά του, που απεικονίζονται (Εικ. 31, 32, 33) με εξαιρετική λεπτομέρεια.



**Εικόνα 31 :** Όψη του 3D μοντέλου στην οθόνη του υπολογιστή, αποκαλυφθέντος οστού στην ανασκαφή του Χιλιομοδίου.



**Εικόνες 32, 33 :** Όψεις του 3D μοντέλου αποκαλυφθέντος οστού, στην οθόνη του υπολογιστή. Το 3D μοντέλο, επιτρέπει την αποτύπωση του ευρήματος, τον ακριβή υπολογισμό των διαστάσεων του με αυτοματοποιημένο τρόπο και τη διάκριση των λεπτομερειών του με εξαιρετική λεπτομέρεια.

#### 6.1.7. Τεκμηρίωση με 3D απεικόνιση κάθε ευρήματος μετά τη συντήρησή του.

Η σύγκριση της κατάστασης του αντικειμένου μετά την αποκάλυψη και μετά τη συντήρησή του από κάθε όψη και με την εξέταση των λεπτομερειών της επιφάνειας του σχεδόν σε μικροσκοπική μεγέθυνση, είναι η πιο αντικειμενική και αξιόπιστη μέθοδος για τον έλεγχο και την αξιολόγηση των επεμβάσεων συντήρησης.

6.1.8. Σύνθεση των 3D απεικονίσεων των ανασκαφικών στρωμάτων, για την 3D αναπαράσταση ολόκληρης της ανασκαφής.

Η 3D απεικόνιση της ανασκαφής (Εικ. 25) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανατροφοδοτούμενη τράπεζα συλλογής και επεξεργασίας αρχαιολογικών δεδομένων.

Το 3D μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία ολογράμματος, με σκοπό την ανάδειξη της (ενεργής ή της ολοκληρωμένης) ανασκαφής σε αρχαιολογικούς χώρους ή μουσεία.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα στάδια της προτεινόμενης μεθοδολογίας για συστηματική χρήση, μόνο η 3D αποτύπωση κάθε αποκαλυφθέντος ανασκαφικού στρώματος και των ευρημάτων του πραγματοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια της ανασκαφής και μπορεί να εφαρμοστεί με απλή εκπαίδευση του προσωπικού της ανασκαφής, με ελάχιστο κόστος εξοπλισμού. Τα στάδια 1-5 εφαρμόζονται στην αρχή της ανασκαφής και μπορεί να πραγματοποιηθούν σε συνεργασία των αρχαιολογικών υπηρεσιών με ακαδημαϊκά ιδρύματα. Η 3D ψηφιοποίηση κάθε αποκαλυφθέντος ανασκαφικού στρώματος (στάδιο 6) και των ευρημάτων (στάδιο 7) και η 3D ψηφιοποίηση των ευρημάτων μετά τη συντήρηση, μπορούν να εφαρμοστούν με απλή εκπαίδευση του προσωπικού, με ελάχιστο κόστος εξοπλισμού. Πολλά λογισμικά 3D επεξεργασίας εικόνων (στάδιο 8) διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο για δοκιμαστική χρήση ή σε συμφέρουσες τιμές, ενώ εξελίσσονται διαρκώς και γίνονται πιο φιλικά προς τον χρήστη.

Η χρήση των νέων τεχνολογιών, έχει δημιουργήσει νέα δεδομένα στο χώρο της πολιτισμικής κληρονομιάς. Επηρέασε τη ζωή, τη διατήρηση αλλά και την επικοινωνία των πολιτιστικών μας αγαθών στο σύνολο της γης.

Κάθε εργαζόμενος στον τομέα της πολιτισμικής κληρονομιάς, οφείλει να αγαπά, να σέβεται, να φροντίζει τον αρχαιολογικό θησαυρό που παραλαμβάνει από τις προηγούμενες γενιές και να φροντίζει να τον διατηρεί για τις επόμενες, γιατί αυτό είναι μέρος της ταυτότητας και η συνέχιση της ιστορίας μας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Νέες τεχνολογίες στις αρχαιογνωστικές επιστήμες. Ιωάννης Λυριτζής. Εκδόσεις GUTENBERG.
- Η τεχνολογία στην υπηρεσία της πολιτισμικής κληρονομιάς. Διαχείριση - Εκπαίδευση - Επικοινωνία. Αλεξάνδρα Μπούνια, Νίκη Νικονάνου, Μαρία Οικονόμου. Εκδόσεις ΚΑΛΕΙΔΟΣΚΟΠΙΟ.
- Μουσειακές σπουδές - Στα παρασκήνια του μουσείου-Η διαχείριση των μουσειακών συλλογών. Εκδόσεις ΠΑΤΑΚΗ.
- ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ - ΠΡΩΤΑ ΣΩΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΣΚΑΦΗ. David Watkinson, Virginia Neal.
- Εγχειρίδιο τρισδιάστατης ψηφιοποίησης ακινήτων μνημείων και χώρων. Ινστιτούτο Πολιτιστικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας Κέντρο Εφαρμογών και Τεχνολογιών Επικοινωνίας & Πληροφορίας
- Planning the preservation of our cultural heritage. G.THOMSON(1973).
- Θεωρία της συντήρησης.Μετάφραση Η.Γαβριηλίδη. Brandi, C. Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ.
- Τεχνολογία Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Ν.Κωνσταντάς, Γιώργος Σμύρης. ΟΕΔΒ.
- Συστήματα CAD/CAM & τρισδιάστατη μοντελοποίηση Ν. Μπιλάλης, Ε. Μαραβελάκης. Εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ
- Καρτάλης Κ και Χ. Φείδας, 2007. Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Β. Γκιούρδας Εκδοτική Αθήνα.
- Rees, W. G., 2001. Physical Principles of Remote Sensing. ISBN 0521669480.3.
- Vardavas, I.M. and F.W. Taylor, 2007. Radiation and Climate. International Series of Monographs on Physics No. 138, Oxford University Press, Oxford.
- Εισαγωγή στη Γεωφυσική, Ταξιάρχης Παπαδόπουλος, 2010, ISBN 978-960-6759-49-9.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - ΕΙΚΟΝΕΣ

Παρακάτω παρατίθενται όψεις 3D μοντέλων από ευρήματα της ανασκαφής στο Χιλιομόδι, από την επεξεργασία φωτογραφιών με συμβατική κάμερα που λήφθηκαν με φυσικό φωτισμό. Για την αποτύπωση και τη διάκριση λεπτομερειών της επιφάνειά τους (υφή επιφάνειας, χαραγές του αγγειογράφου, υπολείμματα χρώματος, εναπομείναντα άλατα, κ.ά.), έγινε ειδική επεξεργασία των ληφθέντων φωτογραφιών με κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα.

# ΟΨΕΙΣ ΤΩΝ 3D ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΘΟΝΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΤΟΥΣ (ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ)

ΜΕΛΑΝΟΜΟΡΦΗ ΛΥΚΗΘΟΣ

ΟΙΝΟΧΟΗ ΜΕ ΠΩΜΑ

ΟΙΝΟΧΟΗ ΜΕ ΠΩΜΑ

ΠΥΞΙΔΑ

ΣΚΥΦΟΣ

ΤΡΙΠΟΔΗ ΠΥΞΙΔΑ

ΟΙΝΟΧΟΗ ΜΕ ΠΩΜΑ





KOTYUH

ΟΙΝΟΧΟΗ

ΠΥΞΙΔΑ

ΔΙΠΛΟΣΤΟΜΟΣ ΑΣΚΟΣ ΜΕ ΠΛΕΚΤΗ ΛΑΒΗ





ΑΩΤΟ ΑΓΓΕΙΟ