



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ»

Διπλωματική Εργασία

**ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ: ΤΟ
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΑΜΥΚΛΑΙΟΥ**

ΦΩΤΙΑΔΟΥ ΡΑΦΑΗΛΙΑ-ΧΡΙΣΤΙΝΑ

A.M: env.prs2120

Επιβλέπων καθηγητής: Βλίζος Σταύρος

Ζάκυνθος 2023

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Βλίζος Σταύρος, Επιβλέπων Καθηγητής, Τμήμα Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

2. Δρακάκης Μανώλης, Τμήμα Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

3. Κομιανός Βασίλειος, Τμήμα Τεχνών Ήχου & Εικόνας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με το παρόν κείμενο βεβαιώνω ότι εγώ η Φωτιάδου Ραφαηλία Χριστίνα είμαι συγγραφέας της παρούσης πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών "Διατήρηση & Διαχείριση Πολιτισμικής Κληρονομιάς" του Τμήματος Περιβάλλοντος και του Τμήματος Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας & Μουσειολογίας του Ιόνιου Πανεπιστημίου και η οποία παραδόθηκε, μετά από έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή μου, σε έντυπη και ψηφιακή μορφή στη Γραμματεία του Τμήματος Περιβάλλοντος. Επίσης δηλώνω πως κάθε πηγή που χρησιμοποίησα (βιβλιογραφία, αρθρογραφία, δικτυογραφία), για την υποστήριξη των υποθέσεων της μελέτης και της ερευνάς μου, είναι πλήρως συμβατή με τα ακολουθούμενα επιστημονικά πρότυπα και, επιπλέον, αναφέρεται ρητά, υπό μορφή αναφοράς-παραπομπής, σε όλο το φάσμα κειμένων της παρούσης εργασίας. Το αυτό ισχύει για τη χρήση δευτερογενών δεδομένων (πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων), ιδεών και λέξεων, τα οποία και αναφέρονται είτε ακριβώς όπως υπάρχουν στις πηγές είτε μεθερμηνεύονται από εμένα.

Ζάκυνθος, Σεπτέμβριος 2023

Περίληψη

Λέξεις – κλειδιά: αρχαιολογία, ψηφιακές τεχνολογίες, GIS, 3d μοντέλα, γεωμετρική τεκμηρίωση, γεωφυσικές έρευνες

Η αρχαιολογία κατάφερε να γίνει επιστήμη χάρη στην συμβολή των φυσικών επιστημών και των μεθοδολογιών που ακολουθούνται σε αυτές. Έτσι με το πέρασμα του χρόνου εμφανίστηκαν δύο βασικά ρεύματα της αρχαιολογίας, τα οποία είναι η Νέα Αρχαιολογία και η Διαδικαστική Αρχαιολογία και επηρέασαν σημαντικά την πορεία της επιστήμης αυτής, όπως για παράδειγμα στην χρήση της τεχνολογίας και γενικώς με καινοτόμους τρόπους. Για να φτάσει όμως στο σημείο αυτό έπρεπε να λυθεί το πρόβλημα της τεκμηρίωσης της πολιτιστικής κληρονομιάς και σε αυτό συνέβαλαν διάφοροι οργανισμοί και ψηφίσματα. Το σημαντικότερο παράδειγμα αποτελεί η Χάρτα της Βενετίας, χάρη στην οποία ξεκίνησε η σωστή τεκμηρίωση αλλά και η οργάνωση των υλικών μνημείων.

Εν συνεχεία, και οι εφαρμοσμένες επιστήμες έχουν συμβάλει στον τομέα της Αρχαιολογίας, καθώς από τότε που ξεκίνησε η χρήση τους έχει παρατηρηθεί μεγάλη διαφορά στον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας και κατά συνέπεια στον τρόπο που εργάζονται οι αρχαιολόγοι. Η διαδικασία της έρευνας έχει γίνει πιο απλή και ακριβής, καθώς χάρη στην χρήση των επιστημών αυτών υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια και αντικειμενικότητα.

Η γεωμετρική αποτύπωση, η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και οι υπόλοιπες αυτές μέθοδοι δίνουν την ευκαιρία στους αρχαιολόγους να πειραματιστούν περισσότερο, καθώς πλέον είναι εφικτό να κάνουν εικόνα τα σενάρια που έχουν δημιουργήσει για κάποιο εύρημα και να δουν ποιο αποτέλεσμα συνάδει περισσότερο με την πραγματικότητα και την ιστορία. Επίσης, χάρη στις παραπάνω ψηφιακές τεχνολογίες, έχουν καταφέρει να κάνουν την διαδικασία της ανασκαφής αναστρέψιμη, κάτι που στο παρελθόν ήταν αδιανόητο. Συνεπώς γίνεται κατανοητό ότι πλέον με την χρήση του εξοπλισμού της κάθε μεθόδου και με τις βασικές γνώσεις πάνω στον τομέα αυτών, οι αρχαιολόγοι μπορούν να καταφέρουν πολλά πράγματα χωρίς να έχουν απαραίτητα την βοήθεια εξειδικευμένων ατόμων στους τομείς αυτούς.

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας γίνεται αναφορά στον αρχαιολογικό χώρο του Αμυκλαίου και στην χρήση διάφορων ψηφιακών τεχνολογιών που έχουν χρησιμοποιηθεί έως τώρα και έχουν βοηθήσει σημαντικά στην έρευνα.

Abstract

Keywords: *Archaeology, digital technologies, GIS, 3d models, geometric documentation, geophysical surveys*

Archeology managed to become a science thanks to the contribution of the natural sciences and the methodologies followed in them. Thus, with the passage of time, two main currents of archeology, New Archeology and Procedural Archeology and significantly influenced the course of this science, as for example in the use of technology and in general in innovative ways. But in order to reach this point, the problem of documenting the cultural heritage had to be solved and various organizations and resolutions contributed to this. The most important example is the Charter of Venice, thanks to which proper documentation and the organization of material monuments began.

Subsequently, applied sciences have also contributed to the field of Archaeology. Since their use began, a great difference has been observed in the way research is conducted and consequently in the way archaeologists work. The research process has become simpler and more accurate, as thanks to the use of these sciences there is greater accuracy and objectivity.

Geometric mapping, creating 3D models and the rest of these methods give archaeologists the opportunity to experiment more, as it is now possible to visualize the scenarios they have created for a find and see which result is more consistent with reality and history. Also, thanks to the above digital technologies, they have managed to make the excavation process reversible, something that was unthinkable in the past. Therefore, it is understood that now with the use of the equipment of each method and with the basic knowledge in these fields, archaeologists can achieve many things without necessarily having the help of specialized people in these fields.

In the last part of the paper, reference is made to the archaeological site of Amyklaion and the use of various digital technologies that have been used so far and have significantly helped the research.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	4
Abstract	5
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 1 ^ο : Η αρχαιολογία ως επιστήμη και ο συνδυασμός της με τις θετικές επιστήμες	10
1.1 Αρχαιολογία και οι απαρχές της	11
1.2 Πρώτες ανασκαφικές έρευνες	11
1.3 Η αρχαιολογία και η εξέλιξη της σε πραγματική επιστήμη.....	12
1.4 Θετικές επιστήμες και η εφαρμογή της μεθοδολογίας τους στην αρχαιολογία	13
1.5 Η γέννηση της Αρχαιομετρίας	14
Κεφάλαιο 2 ^ο : Η πολιτιστική κληρονομιά και η περίπτωση της καταγραφής αλλά και προστασίας της	17
2.1 Η γέννηση και η ανάδειξη της σημασίας της Πολιτιστική Κληρονομιά.....	18
2.2 Διασφαλίζοντας την Πολιτιστική Κληρονομιά μέσα από τις Συμβάσεις.....	20
2.3 Η αποτύπωση μνημείων στις διεθνείς συμβάσεις και η χρήση νέων μεθόδων .	23
Κεφάλαιο 3 ^ο :Νέες τεχνολογίες στην Αρχαιολογία	25
3.1 Τα πρώτα στάδια χρήσης τεχνολογιών στην Αρχαιολογία.....	26
3.2 Εφαρμογές υπολογιστικών συστημάτων στην αρχαιολογία.....	27
3.2.1 Το βήμα προς το ψηφιακό μοντέλο ανασκαφής.....	27
3.2.2 Οι βάσεις δεδομένων και η χρήση τους.....	28
3.2.3 Χρήση των GIS (Geographical Information System)/ Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών	30
3.2.4 Γεωφυσικές έρευνες.....	31
Κεφάλαιο 4 ^ο : Ο ρόλος της γεωμετρικής τεκμηρίωσης και αποτύπωσης και η διαδικασία καταγραφής δεδομένων	33
4.1 Η σημασία της γεωμετρικής τεκμηρίωσης.....	34

4.2 Ποιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων, πώς και γιατί;	35
4.3 Η ιστορία της φωτογραμμετρίας, η πορεία της στον χρόνο και οι βασικές της ιδιότητες.....	38
4.4 Οι κύριες τεχνικές φωτογραμμετρίας και τα χαρακτηριστικά τους	41
Κεφάλαιο 5 ^ο : Αρχαιολογία και 3D μοντέλα	43
5.1 Η χρήση τρισδιάστατων γραφικών στην αρχαιολογία-«ένα ταξίδι στον χρόνο»	44
5.2 Η σημασία της οπτικοποίησης στην αρχαιολογία	45
5.3 Η τρισδιάστατη τεχνολογία και τα οφέλη της τόσο στο εξειδικευμένο κοινό όσο και στους απλούς πολίτες, αλλά και μερικοί προβληματισμοί.....	47
Κεφάλαιο 6 ^ο : Η περίπτωση του Αμυκλαίου	50
6.1 Τοποθεσία του αρχαιολογικού χώρου	51
6.2 Οι χρονικές περίοδοι χρήσης του Αμυκλαίου	51
6.3 Ανασκαφικές έρευνες στο Αμυκλαίον και ανακαλύψεις.....	53
6.4 Παραδείγματα χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών στο Αμυκλαίο και στην έρευνα	54
Συμπεράσματα	57
Βιβλιογραφία	59

Εισαγωγή

Στην διπλωματική αυτή εργασία γίνεται αναφορά στην αρχαιολογία και στο πώς αυτή με την συμβολή των θετικών επιστημών και της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών κατάφερε να μετατραπεί σε θετική επιστήμη. Με την πορεία αυτή της αρχαιολογίας, οι αρχαιολόγοι πλέον μπορούν να κάνουν περισσότερα πράγματα πάνω στον τομέα τους, χωρίς να χρειάζονται άλλο εξειδικευμένο προσωπικό, φυσικά με την βοήθεια πάντα των τεχνολογιών και των μεθόδων των θετικών επιστημών. Έτσι λοιπόν, στόχος της εργασίας αυτής είναι να αναδείξει τον ρόλο και την χρησιμότητα των νέων τεχνολογιών στον τομέα της αρχαιολογίας, με κύριο ζήτημα την γεωμετρική αποτύπωση των αρχαίων καταλοίπων, με την χρήση των παραπάνω.

Αναλυτικότερα, το πρώτο κεφάλαιο αφορά στην ιστορία της αρχαιολογίας και την πορεία της στον χρόνο, συμπεριλαμβανομένων των πρώτων ανασκαφών, του «παντρέματος» με τις θετικές επιστήμες και της εφαρμογής των μεθοδολογιών των σε αυτή αλλά και της γέννησης μιας άλλης επιστήμης, της Αρχαιομετρίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην έννοια της πολιτιστικής κληρονομιάς, πώς αυτή δημιουργήθηκε αλλά και στις συμβάσεις που δημιουργήθηκαν με τα χρόνια και χάρη σε αυτές μπορούμε και μιλάμε πλέον για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς και το κεφάλαιο αυτό κλείνει με μια αναφορά στις αποτυπώσεις των μνημείων μέσα από τις διεθνείς συμβάσεις αλλά και μια αναφορά στο ζήτημα της χρήσης νέων μεθόδων για την επίτευξη των αποτυπώσεων αυτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο ξεκινάει η ανάλυση των τεχνολογιών και των νέων εργαλείων που χρησιμοποιούνται στην αρχαιολογία και προσφέρουν πολλές δυνατότητες στους αρχαιολόγους. Επίσης, γίνεται αναφορά στο ψηφιακό μοντέλο ανασκαφής αλλά και στην χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) και των βάσεων δεδομένων. Τέλος, γίνεται αναφορά στις γεωφυσικές έρευνες και στο πώς συμβάλλουν στην καλύτερη ερμηνεία, καταγραφή και κατανόηση των αρχαιολογικών δεδομένων που προκύπτουν.

Στο επόμενο κεφάλαιο (4^ο) γίνεται αναφορά στον ρόλο και την σημασία της γεωμετρικής αποτύπωσης καθώς επίσης και της ίδιας της καταγραφής. Στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού αναφέρονται οι διάφορες μεθοδολογίες που ακολουθούνται και γίνεται μια εκτενής περιγραφή της μεθόδου της φωτογραμμετρίας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην σημασία της οπτικοποίησης των δεδομένων στην αρχαιολογία αλλά και στον ρόλο των τρισδιάστατων μοντέλων. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού τονίζονται τα οφέλη της τρισδιάστατης τεχνολογίας αλλά και οι προβληματισμοί που προκύπτουν από την χρήση τους, τόσο στο εξειδικευμένο κοινό, όσο και στους απλούς πολίτες.

Στο τελευταίο κεφάλαιο (6^ο) γίνεται αναφορά στον αρχαιολογικό χώρο του Αμυκλαίου, στην τοποθεσία του, την ιστορία του αλλά και σε παραδείγματα χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών που βοήθησαν στην έρευνα.

**Κεφάλαιο 1^ο : Η αρχαιολογία ως επιστήμη και ο συνδυασμός της με
τις θετικές επιστήμες**

1.1 Αρχαιολογία και οι απαρχές της

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την αρχαιολογία ως επιστήμη με επικρατέστερο τον εξής: « η προσπάθεια αφήγησης και ερμηνείας του παρελθόντος μέσω των καταλοίπων που έχει αφήσει». Είναι μια επιστήμη που από τις αρχές της είχε ως στόχο να απαντήσει σε ερωτήματα που προβληματίζαν τους ανθρώπους, κυρίως δε την λεγόμενη ελίτ, καθώς η συγκεκριμένη τάξη ανθρώπων έχοντας λύσει τα προβλήματα της επιβίωσης και των σωματικών αναγκών τους, δημιουργούσαν νέα ερωτήματα και στόχους τόσο ανθρωπιστικού όσο και υπαρξιακού ενδιαφέροντος. Για τον λόγο αυτόν οι πρώτες ανασκαφικές έρευνες έγιναν από βασιλείς της Εγγύς Ανατολής, οι οποίοι αναζητούσαν στοιχεία των προκατόχων τους μέσω των οποίων θέλησαν να αποδείξουν την βασιλική τους καταγωγή¹.

Στην πραγματικότητα το μεγάλο ενδιαφέρον για τα αρχαία κατάλοιπα και τον αρχαίο κόσμο ξαναζωντάνεψε κατά την Αναγέννηση. Την εποχή αυτή σε ολόκληρο τον μεσογειακό χώρο βρίσκονταν διάσπαρτα μνημεία, τα οποία και κέντρισαν το ενδιαφέρον της ελίτ. Έτσι, την περίοδο αυτή οι «μελετητές» επικεντρώνονταν στην αισθητική των μνημείων και τα αντιμετώπιζαν ως έργα και τεκμήρια της ιστορίας της αρχαίας τέχνης². Κατά το δεύτερο μισό του 16^{ου} αιώνα η ερμηνεία των μνημείων στηρίχθηκε στην μελέτη, την παρατήρηση αλλά και την σχεδίαση τους, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο τις βάσεις της επιστημονικής θεώρησης της αρχαιολογίας και ανοίγοντας τον δρόμο της συνεργασίας με άλλους κλάδους και ειδικότητες³.

1.2 Πρώτες ανασκαφικές έρευνες

Οι πρώτες ανασκαφικές απόπειρες των ερευνητών ξεκίνησαν κατά τον 18^ο αιώνα από τις σημερινές πιο διάσημες αρχαιολογικές θέσεις. Δύο από τα πρώτα παραδείγματα είναι η Πομπηία και το Ηράκλειον (Herculaneum). Οι συγκεκριμένες ανασκαφικές προσπάθειες είχαν καθαρά τυχοδιωκτικό χαρακτήρα, καθώς δεν υπήρχε

¹ Schnapp 2004, 21.

² Holscher 2005, 34.

³ Κουκουζέλη κ.α 2003, 20

καταγραφή ευρημάτων ούτε φυσικά μελέτη αυτών, αντιθέτως μεταφέρονταν σε βασιλικά ανάκτορα ως διακοσμητικά⁴.

Από την άλλη πλευρά το 1784 ο Thomas Jefferson έκανε την «πρώτη επιστημονική ανασκαφή» στην Βιρτζίνια, όπου σε δική του έκταση επάνω σε ταφικό ύψωμα έκανε τομή και έτσι ξεκίνησε το τέλος της εποχής των εικασιών. Χρησιμοποίησε συγκεκριμένες μεθόδους για την εξέταση της στρωματογραφίας, μελέτησε τα ανασκαφικά δεδομένα, βγάζοντας λογικά συμπεράσματα, ενέργειες που τον κατέστησαν πρωτοπόρο για την εποχή του⁵.

1.3 Η αρχαιολογία και η εξέλιξη της σε πραγματική επιστήμη

Η εξέλιξη της αρχαιολογίας σε επιστήμη επηρεάστηκε σημαντικά από την στρωματογραφική ανάλυση καθώς επίσης από την «αρχή της υπέρθεσης» αλλά και την θεωρία του Δαρβίνου περί της εξέλιξης των ειδών⁶. Οι ίδιοι οι αρχαιολόγοι είναι πλέον υποχρεωμένοι να στηρίζουν με απτά επιχειρήματα και παραδείγματα τις θεωρίες τους, όπως έπρατταν και άλλοι επιστήμονες (ανθρωπολόγοι, γεωλόγοι κ.α.), για τον λόγο αυτόν καταφεύγουν στην ανασκαφή στο πεδίο⁷. Ένα από τα πρώτα παραδείγματα αποτελεί και ο Σλήμαν, ο οποίος με την χρήση δυναμίτη αφαιρούσε τις επιχώσεις, ενώ ο Έβανς προκειμένου να φτάσει σε βαθύτερα στρώματα για να ανακαλύψει τα μυστικά του Μινωικού Πολιτισμού, αγνόησε τα ανώτερα στρώματα, που είχε ως αποτέλεσμα τα ελλιπή στοιχεία τόσο για την εξέλιξη όσο και ιστορία της Κνωσού. Μέσω αυτών των παραδειγμάτων συνειδητοποιούμε ότι ακόμη δεν έχουν αποβληθεί όλα τα χαρακτηριστικά του τυχοδιωκτισμού από την αρχαιολογία.

Την ίδια εποχή ξεκινάει μια ανάπτυξη της αρχαιολογίας σε κρατικό επίπεδο καθώς διαμορφώνονται φορείς υπόλογοι για το αρχαιολογικό έργο αλλά και δημιουργούνται μουσεία κρατικά σε πολλές πόλεις⁸. Ένα παράδειγμα είναι η πόλη της Ρώμης, η οποία αποτελεί την πρωτεύουσα του νέου ιταλικού κράτους και από το 1871 σημειώνεται σε αυτή έντονη οικοδομική δραστηριότητα. Η οικοδομική αυτή δραστηριότητα είχε ως αποτέλεσμα την παγίωση της σχέσης μεταξύ αρχαιολογίας και θετικών επιστημών, καθώς ο Rudolfo Lunciani, ο οποίος ήταν τοπογράφος,

⁴ Renfrew και Bahn 2003, 24-25.

⁵ Renfrew και Bahn 2003.

⁶ Κουκουζέλη κ.α 2003, 248.

⁷ Lucas 2001, 3.

⁸ Κουκουζέλη κ.α. 2003, 54.

αποτύπωσε τα κτίσματα που ήρθαν στο φως, χάριν αυτής⁹. Έτσι, δειλά δειλά ξεκινάει η χρήση της μεθοδολογίας των θετικών επιστημών από τους αρχαιολόγους, οι οποίοι την συνδυάζουν με την τότε θεωρητική νοοτροπία τους.

Η σχεδόν πλήρης διαμόρφωση της αρχαιολογίας σε επιστήμη γίνεται στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Συγκεκριμένα, γίνονται πιο έντονες οι συζητήσεις μεταξύ των ιστορικών της τέχνης και των αρχαιολόγων, οι οποίες θα οδηγήσουν στην συλλογή πληροφοριών που θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση του παρελθόντος¹⁰, αλλά βασικότερος λόγος είναι ο θετικισμός, ο οποίος κυριαρχεί την περίοδο αυτή επηρεάζοντας ακόμη και τους θεωρητικούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης και της αρχαιολογίας. Έτσι, έως και τον Β Παγκόσμιο πόλεμο οι αρχαιολόγοι συγκεντρώνουν τα θεμελιώδη στοιχεία της αρχαίας ιστορίας και δημιουργούν σταθερά συστήματα που στηρίζονται στην αυστηρή τυπολογική και χρονολογική ταξινόμηση των αρχαίων αντικειμένων-τεχνέργων.

1.4 Θετικές επιστήμες και η εφαρμογή της μεθοδολογίας τους στην αρχαιολογία

Η πραγματική αλλαγή έρχεται μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου πολέμου, όταν και ανακαλύπτεται η μέθοδος της ραδιοχρονολόγησης από τον Αμερικανό F.Libby, το 1948¹¹. Η μέθοδος αυτή έδωσε την ευκαιρία στους αρχαιολόγους να επιβεβαιώσουν ή και όχι τις προσπάθειες χρονολόγησης, οι οποίες είχαν γίνει με βάση τον συσχετισμό με άλλα ευρήματα αλλά και τοποθεσίες ανασκαφών. Όλο αυτό οδήγησε στον ριζικό μετασχηματισμό της αρχαιολογίας μεταβάλλοντας το παρελθόν από ιστορικό φαινόμενο σε μια φυσική διαδικασία με στόχο την απόδειξη και σε κοινωνικό περιβάλλον με στόχο την ανάλυσή του. Η δημιουργία νέων ιδεολογικών ρευμάτων που αναπτύχθηκαν τόσο στην Ευρώπη (Γαλλία και Αγγλία) όσο και στην Αμερική έθεσαν στο κέντρο της έρευνας τον υλικό πολιτισμό, γεγονός το οποίο είχε τόσο θεωρητικές όσο και πρακτικές συνέπειες καθώς τώρα γινόταν χρήση διαφορετικών μεθόδων, οι οποίες στόχο είχαν την επιστημονική μελέτη¹².

Στην δεκαετία του 1960 ο Αμερικανός L.R. Binford ξεκινάει ένα νέο θεωρητικό κίνημα, αυτό της «Νέας Αρχαιολογίας». Το νέο αυτό κίνημα βλέπει με μια τελείως διαφορετική οπτική τον πολιτισμό και την ιστορία του σε σύγκριση με τις

⁹ Holscher 2002, 37.

¹⁰ Κουκουζέλη κ.α. 2003, 48.

¹¹ Trigger 2005, 382.

¹² Holscher 2002, 41.

προηγούμενες αρχαιολογικές θεωρίες καθώς τον αντιμετωπίζει σαν την προσπάθεια του ανθρώπου να εγκλιματιστεί όσο το δυνατόν καλύτερα στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον με το οποίο αλληλοεπιδρά καθημερινά, και όχι σαν το αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης ιστορικής εποχής¹³.

Η εξέλιξη λοιπόν των κοινωνιών τόσο σε κοινωνικό όσο και πολιτισμικό επίπεδο διέπεται πλέον από ορισμένους κανόνες οι οποίοι θέτουν στο επίκεντρο τον ακριβή προσδιορισμό και τα μοντέλα πρόβλεψης¹⁴. Έτσι λοιπόν, έχοντας ως παράδειγμα τις φυσικές επιστήμες, οι οποίες διέπονται από νόμους και κανόνες και ασχολούνται με την διαδικασία εξέλιξης του φυσικού περιβάλλοντος, οι αρχαιολόγοι έχουν την δυνατότητα να κάνουν κάτι αντίστοιχο στο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον του ανθρώπου, με την χρήση αυστηρών επιστημονικών μεθόδων και κριτηρίων, τα οποία υιοθετούν φυσικά από τις θετικές επιστήμες. Αυτό σημαίνει συνεπώς τον ακριβή έλεγχο των υποθέσεων που γίνονται σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο των θετικών επιστημών¹⁵.

Η νέα αρχαιολογία έχει ως επίκεντρο την γραμμικά εξελικτική πορεία των πολιτισμών, τους οποίους αντιμετωπίζει καθαρά ως ένα οργανωμένο σύνολο στοιχείων το οποίο εντάσσεται σε ένα ενιαίο σύστημα που αλλάζει σύμφωνα με μία συγκεκριμένη διαδικασία. Την διαδικασία αυτή έχει ως στόχο να αποκρυπτογραφήσει η Νέα Αρχαιολογία, η οποία μετατρέπεται σε Διαδικαστική Αρχαιολογία. Τέλος, ακολούθησε η Μεταδιαδικαστική Αρχαιολογία, η οποία είναι εν μέρει αποτέλεσμα του μεταθετικισμού και οδήγησε σε νέες προσεγγίσεις γνωστές ως ερμηνευτικές αρχαιολογίες¹⁶.

1.5 Η γέννηση της Αρχαιομετρίας

Σύμφωνα λοιπόν με όσα αναφέρθηκαν στα παραπάνω υποκεφάλαια γίνεται κατανοητό πως η μετατροπή της Αρχαιολογίας σε επιστήμη αλλά και η επίλυση προβλημάτων της έρευνας, όπως ιδεολογικών και μεθοδολογικών, οφείλονται στην εισαγωγή της χρήσης της λογικής των θετικών επιστημών σε αυτήν.

Ο συνδυασμός λοιπόν με τις θετικές επιστήμες αλλά και τα επιτεύγματα αυτών τεχνολογικής φύσεως, δημιούργησαν μια νέα επιστήμη την Αρχαιομετρία, η οποία

¹³ Renfrew 2003, 40.

¹⁴ Hodder 2002, 20.

¹⁵ Hodder 2002, 21.

¹⁶ Κουκουζέλη κ.α. 2003, 269.

πρόκειται για έναν διεπιστημονικό κλάδο , ο οποίος χρησιμοποιεί στοιχεία και εργαλεία από τον κλάδο των θετικών επιστημών , όπως της χημείας, της φυσικής, των μαθηματικών, της γεωλογίας ακόμη και της βιολογίας και επικεντρώνεται στις ανθρωπιστικές επιστήμες , με κύρια παραδείγματα την ιστορία της τέχνης και της αρχαιολογίας. Η δημιουργία και κατά συνέπεια η ανάπτυξη του κλάδου της νέας αυτής επιστήμης συνέβη μετά την δημιουργία της ανάγκης για την επίλυση των διαφόρων ζητημάτων που προέκυψαν στην αρχαιολογική έρευνα και οι ως τότε «παραδοσιακές» τεχνικές και μέθοδοι δεν επαρκούσαν¹⁷.

Η επιστήμη της Αρχαιομετρίας συμπεριλαμβάνει ορισμένα στάδια εφαρμογής της, τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

- Χημικές αλλά και φυσικές μέθοδοι για την χρονολόγηση του αρχαιολογικού υλικού.
- Εξέταση, ανάλυση και μελέτη του αρχαιολογικού υλικού αλλά και των έργων τέχνης.
- Περιβαλλοντικές εφαρμογές σχετικές με διάφορες πληροφορίες που έχουν άμεση σχέση με την πανίδα, την χλωρίδα, το ίδιο το κλίμα, ακόμη και με τις συνθήκες διαβίωσης κατά το παρελθόν.
- Μέθοδοι αξιολόγησης με μαθηματικό υπόβαθρο και στατιστικές μελέτες βάσεων δεδομένων.
- Χρήση γεωφυσικών μεθόδων και εφαρμογών για την ανάλυση και μελέτη αρχαιολογικών χώρων-πεδίων και ανασκαφών.
- Χρήση στον κλάδο της συντήρησης τόσο αρχαιολογικών αντικειμένων όσο και έργων τέχνης.

Η μελέτη των υλικών και των αντικειμένων στην αρχαιολογία χωρίζεται σε δύο στάδια . Το πρώτο περιλαμβάνει την μελέτη της διαδικασίας παραγωγής και χρήσης του αντικειμένου , σε αντίθεση με το δεύτερο το οποίο περιλαμβάνει την ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων , ώστε να γίνει δυνατή η κατανόηση των πολιτισμών που κατασκεύασαν και χρησιμοποίησαν αυτά τα αντικείμενα και τα υλικά. Όσον αφορά στα κυριότερα αντικείμενα μελέτης της επιστήμης αυτής, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

¹⁷ Wagner,2007.

- Η χρονολόγηση των διαφόρων αντικειμένων αρχαιολογικού ενδιαφέροντος αλλά και του γενικού χώρου στον οποίο αυτά βρέθηκαν. Για μια χρονολόγηση , χρησιμοποιούνται ορισμένα σταθερά κριτήρια , ώστε να επιτευχθεί μια ασφαλής σύγκριση των διαφόρων αντικειμένων αλλά και να δημιουργηθεί μια ακριβής χρονολογική κλίμακα. Ουσιαστικά στόχος των διεργασιών αυτών είναι η εξαγωγή αντικειμενικών αποτελεσμάτων, όσο αυτό είναι εφικτό.
- Η ταυτοποίηση του υλικού κατασκευής και κατ' επέκταση η προέλευση των αντικειμένων. Ο συνδυασμός της αρχαιολογικής γνώσης με τις τεχνολογικές μεθόδους βοηθάει στην ταύτιση των εργαστηρίων παραγωγής των αρχαιολογικών ευρημάτων , εντείνοντας τις γνώσεις μας και τις πληροφορίες για τις οικονομικές και πολιτιστικές επαφές και δραστηριότητες με άλλους πολιτισμούς.
- Μελέτη της τεχνολογίας των υλικών , των οποίων έγινε χρήση κατά την αρχαιότητα για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων.

Η αρχαιολογία λοιπόν θα πρέπει να χρησιμοποιήσει όλες τις πηγές που τις παρέχουν δεδομένα , ακόμη και αν αυτές δεν είναι εύκολα ορατές . Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να δεχτεί την συμβολή και άλλων επιστημονικών κλάδων , ώστε οι πηγές αυτές να γίνουν ορατές. Η αρχαιομετρία συνεπώς θεωρείται ένα αναπόσπαστο τμήμα της αρχαιολογικής σκέψης και έρευνας με κύριο ρόλο την επίλυση προβληματισμών, την απάντηση ερωτημάτων και τέλος την δημιουργία νέων. Τέλος, η αρχαιομετρία ανοίγει νέα μονοπάτια στην έρευνα, λύνοντας προβλήματα που αφορούν σε ζητήματα, τα οποία οι «παραδοσιακές» αρχαιολογικές μέθοδοι δεν δύνανται να επιλύσουν, καθώς δεν είναι πολλά τα ευρήματα που μπορούν να χρονολογηθούν απόλυτα, χάριν σε κάποιο ιστορικό γεγονός¹⁸.

¹⁸ Λυριτζής 1994.

**Κεφάλαιο 2^ο : Η πολιτιστική κληρονομιά και η περίπτωση της
καταγραφής αλλά και προστασίας της**

2.1 Η γέννηση και η ανάδειξη της σημασίας της Πολιτιστική Κληρονομιά

Το πρωταρχικό στάδιο στροφής στην ιστορία και ανάπτυξη της αρχαιολογίας ήταν η αλλαγή από τον αρχαιοσυλλεκτισμό στην έρευνα και στην μελέτη των μνημείων , προκειμένου να αντληθούν όλα τα ιστορικά στοιχεία που υπάρχουν σε αυτά. Πρωτοπόρος στην αλλαγή αυτή ήταν ο Α. Παλλάντιο¹⁹ , ο οποίος κατέγραψε πρώτος αυτός τα μνημεία της Ρώμης, ενώ την τεχνική του συνέχισε και η Βασιλική Σχολή Αρχιτεκτονικής της Γαλλίας κατά το β' μισό του 16^{ου} αιώνα . Στη συνέχεια, το 1682 ο Ντε Γκοντέ έγραψε το έργο του «Οι αποτυπώσεις των κτιρίων της Ρώμης, μετρημένες επακριβώς» , ενώ σημαντική είναι επίσης και η άποψη του Λε Ρουά, ότι μεγαλύτερη σημασία έχουν οι αναλογίες και η τυπολογία των μνημείων από τις ακριβείς μετρήσεις αυτών, η οποία έχει αντίθετη οπτική²⁰. Η καταγραφή αλλά και η ίδια η απεικόνιση των μνημείων αποτέλεσαν σημαντικά στοιχεία της έρευνας, βρισκόμενες στο επίκεντρό της, έχοντας όμως μια διαφορετική πτυχή στο όλο θέμα. Αυτή ήταν η καταγραφή ενός μνημείου και της κατάστασής του σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ώστε το υπόλοιπο κοινό-είτε αυτό ήταν ευρύ είτε επιστημονικό- που λόγω κάποιων πολιτικών συνθηκών ή της ίδια της απόστασης δεν μπορούσε να τα επισκεφτεί, να έχει την δυνατότητα να τα μελετήσει με όσο ακριβέστερα στοιχεία γινόταν από απόσταση. Εδώ παρατηρούμε και τα πρώτα στάδια του υπερεθνικού χαρακτήρα , ο οποίος συναντάται στα περισσότερα δημιουργήματα του ανθρώπου , στον ίδιο τον ορισμό δηλαδή της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ένα άλλο παράδειγμα για το πως τα αρχαία μνημεία αποτελούν για τους περισσότερους ανθρώπους τον ορισμό της Εθνικής κληρονομιάς είναι η ίδια η Ελληνική Επανάσταση. Ακριβώς η ανάμνηση αυτού του ένδοξου παρελθόντος, που αναδυόταν από τα διάφορα αρχαία μνημεία σε ολόκληρο τον τότε ελληνικό χώρο, οδήγησε στην χειραφέτηση του λαού και έγινε ένα από τα κύρια ιδανικά της ελληνικής επανάστασης. Συγκεκριμένα δύο παραδείγματα είναι αυτά που μας δείχνουν πώς η ίδια η κοινωνία, μια κοινωνία που ακόμη δημιουργείται, αντιλαμβάνεται τα αρχαία αυτά κατάλοιπα, με τα οποία έχει αναπτύξει μια συναισθηματική επαφή. Το πρώτο είναι η ιστορία-μύθος, κατά τον οποίο οι Έλληνες προμήθευαν τους Τούρκους με μολύβι, προκειμένου να μην καταστρέψουν τα μνημεία της Ακρόπολης παίρνοντας μολύβι από την συνδεσμολογία των κιόνων και όχι μόνο και το δεύτερο είναι η φράση του Μακρυγιάννη : «Γι' αυτά πολεμάμε».

¹⁹ Α. Palladio, Οδηγός των κλασικών ερειπίων της Ρώμης, 1571.

²⁰ Πατιάς 2009, 70.

Από την περίοδο της Αναγέννησης και μετά προωθείται η έννοια της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, μια έννοια η οποία προέρχεται από την νομική επιστήμη. Η αντίληψη για την πολιτιστική κληρονομιά έχει αλλάξει πολλές φορές ανά τους αιώνες , ενώ για την ίδια έχουν γίνει τρομερά πολιτιστικά εγκλήματα , με κυριότερο την τοποθέτηση των Μαρμάρων του Παρθενώνα στο Βρετανικό Μουσείο. Η λογική της δημιουργίας μουσείων (πχ Λούβρο και Βρετανικό μουσείο) ξεκίνησε ώστε να κατασκευαστούν Κιβωτοί διάσωσης και συλλογής τεχνέργων και αριστουργημάτων ποικίλων μεγεθών . Έτσι λοιπόν η πόλη ή η χώρα στην οποία βρισκόταν και άνηκε ένα τέτοιο μουσείο, είχε αντίστοιχη σημασία με την σπουδαιότητα των ευρημάτων που υπήρχαν σε αυτό. Η μη αντίληψη της έννοιας της Πολιτιστικής κληρονομιάς των κατακτημένων λαών από την οθωμανική κυρίως αυτοκρατορία , έδινε την ευκαιρία στους αρχαιολόγους της περιόδου εκείνης και μη , να μεταφέρουν τα διάφορα ευρήματα στις χώρες τους, προωθώντας τον τυχοδιωκτισμό με την πρόφαση της «επιστημονικότητας» των πρώτων οργανωμένων ανασκαφών.

Παράλληλα, οι αλλαγές τόσο στις αξίες όσο και στα ενδιαφέροντα της κοινωνίας, μπορούν να μεταβάλλουν από γενιά σε γενιά την σημασία του στοιχείου πολιτισμού και κατά συνέπεια τι πρέπει να καταγραφεί ώστε να διασωθεί. Επίσης η βιομηχανική επανάσταση οδήγησε στην αστυφιλία , με επακόλουθο την εμπορευματοποίηση της γης των μεγάλων κέντρων ιστορικής σημασίας και άρα την καταστροφή κτηρίων παλαιών και σημαντικών. Εξαιτίας λοιπόν της κατάστασης αυτής, τον 19^ο αιώνα ξεκίνησε η θέσπιση κανόνων δικαίου και η δημιουργία διοικητικών οργάνων για την διαφύλαξη των αρχαιολογικών κυρίως μνημείων , ενώ ταυτόχρονα η ίδρυση κρατών (Ελλάδα , Ιταλία) την ίδια περίοδο είχε ως αποτέλεσμα την βελτίωση της κατάστασης αυτής.

Η τακτική αυτή, της αρπαγής δηλαδή αρχαιοτήτων και όχι μόνο από κατακτημένους λαούς συνεχίστηκε και στο πρόσφατο παρελθόν, την περίοδο δηλαδή του Β Παγκοσμίου Πολέμου, στην προσπάθεια δημιουργίας ενός μουσείου στο Βερολίνο από τους Ναζί. Εξαιτίας λοιπόν αυτών των τρανταχτών παραδειγμάτων τα διάφορα κράτη ευαισθητοποιήθηκαν στον τομέα αυτό δημιουργώντας οργανισμούς που ήταν υπεύθυνοι για την προστασία και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς από γενιά σε γενιά. Οι οργανισμοί αυτοί (κυβερνητικοί και μη) και η δραστηριότητα τους συνεχίζουν να διαμορφώνουν ένα νομικό πλαίσιο με πολλές διαστάσεις, όσον αφορά στην πολιτιστική κληρονομιά. Αν και πρόκειται για ένα πλαίσιο ευρέως αποδεκτό, δεν γινόταν πραγματική εφαρμογή αυτού και συνεπώς υπήρχε

αναποτελεσματική προστασία των μνημείων , καθώς μέχρι και πρόσφατα δεν υπήρχε πρόβλεψη για καταδίκη στην περίπτωση καταστροφής αυτών στην διάρκεια πολεμικών συρράξεων, αλλά αντίθετα οι «νόμοι» αυτοί είχαν περισσότερο ισχύ οδηγιών. Ακόμη και σε σύγχρονους πολέμους, τα αρχαία κατάλοιπα, κινητά και ακίνητα, αποτελούν τα πρώτα θύματα, όπως μας δείχνουν η περίπτωση των Βούδων της Μπαμιγιάν²¹, οι οποίοι καταστράφηκαν από τους Ταλιμπάν το 2001 , αλλά και η περίπτωση των αρχαιοτήτων της Παλμύρα²² που καταστράφηκαν από τους Τζιχαντιστές (ISIS).

2.2 Διασφαλίζοντας την Πολιτιστική Κληρονομιά μέσα από τις Συμβάσεις

Το 1954 στη σύμβαση της Χάγης²³ , η οποία αφορούσε στην υπεράσπιση των πολιτιστικών αγαθών που βρίσκονται στις εμπόλεμες ζώνες , επικυρώθηκε ο ορισμός των πολιτιστικών αγαθών. Ο ορισμός αυτός συνέβαλε σημαντικά στην σημασία της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς. Συγκεκριμένα στην σύμβαση αναφέρονται τα κάτωθι: «α. Τα αγαθά, κινητά ή ακίνητα, τα οποία παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον δια την πολιτιστική κληρονομιά των λαών, τα οποία έτσι όπως είναι παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον ιστορικό ή καλλιτεχνικό, τα έργα τέχνης, τα χειρόγραφα, βιβλία και άλλα αντικείμενα καλλιτεχνικού, ιστορικού ή αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, όπως επίσης αι επιστημονικά συλλογαί και αι συλλογαί βιβλίων, αρχείων ή πιστών αντιγράφων των αγαθών, τα οποία περιγράφονται κατωτέρω, β. Τα οικοδομήματα των οποίων κύριος και πραγματικός σκοπός είναι η διαφύλαξις ή η έκθεσις των κινητών πολιτιστικών αγαθών ως ορίζονται στο εδάφιο (α), όπως τα μουσεία, οι μεγάλες βιβλιοθήκες, οι χώροι φυλάξεως αρχείων όπως επίσης και τα καταφύγια, τα προοριζόμενα να προστατεύσουν εις περίπτωσιν ενόπλου συρράξεως τα κινητά πολιτιστικά αγαθά, τα οριζόμενα εις το εδάφιο (α). γ. Τα κέντρα, τα οποία περιέχουν σημαντικόν αριθμόν πολιτιστικών αγαθών εκ των οριζομένων εις τα εδάφια 9α) και (β) και ονομάζονται «κέντρα περιέχοντα μνημεία». Στη Σύμβαση δεν

²¹<https://www.kathimerini.gr/world/271501/oi-voydes-toy-mpamigian-kai-i-anastilosi-toys/>

²²<https://www.kathimerini.gr/world/828217/epivevaiothike-i-oliki-katastrofi-toy-naoy-tis-palmyras/>

²³

<https://www.eui.eu/Projects/InternationalArtHeritageLaw/Documents/NationalLegislation/Greece/1114gr.doc>

γίνεται διάκριση μεταξύ πολιτιστικών αγαθών τοπικής ή περιφερειακής σημασίας και διεθνούς σημασίας, διότι θεωρούνται όλα άξια της ίδιας προστασίας.»²⁴

Ουσιαστικά η σύμβαση αυτή αποτελεί την πρώτη διακρατική συμφωνία που αφορά σε πολιτιστικά ζητήματα και αποτελεί μια αρχική μορφή της έννοιας «κοινή ευρωπαϊκή κληρονομιά», η οποία εμφανίστηκε αρχικώς στην Χάρτα των Αθηνών. Από την άλλη, ο ορισμός των πολιτιστικών αγαθών δεν αναφέρεται στις εσωτερικές νομοθεσίες των διαφόρων χωρών, αλλά ούτε και στις συμφωνίες και συμβάσεις, οι οποίες υπογράφονται μεταξύ αυτών.²⁵ Ένας ορισμός που θα ήταν δυνατόν να τους δοθεί είναι ο εξής: «ως πολιτιστικά αγαθά και πολιτιστική κληρονομιά νοούνται πλέον όλα τα κατάλοιπα που τεκμηριώνουν διαχρονικά τις ανθρώπινες δοξασίες, δραστηριότητες και επιτεύγματα και των οποίων η διαφύλαξη είναι απαραίτητη για την πνευματική και ψυχική ισορροπία, την ποιότητα ζωής και την πολιτιστική ταυτότητα των σημερινών ανθρώπων και των μελλοντικών γενεών.»²⁶

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και πιο συγκεκριμένα το έτος 1874 διεξήχθη συνάντηση ορισμένων (15) κρατών στις Βρυξέλλες για να συμφωνήσουν τους νόμους διεξαγωγής του πολέμου. Μια συνάντηση που πυροδότησε την δημιουργία νομικού πλαισίου και καταδίκης στην περίπτωση καταστροφής πολιτιστικών μνημείων. Επίσης, το 1899 ο Τσάρος Νικόλαος Β΄ οργανώνει συνέδριο πάνω στο ζήτημα αυτό και στο άρθρο 27 στη Σύμβαση της Χάγης προβλέπεται και επίσημα πλέον η προστασία των πολιτιστικών μνημείων στη διάρκεια του πολέμου. Το 1934 στη διάρκεια του 4^{ου} Διεθνούς Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου παγιώθηκαν τα 7 σημεία της Χάρτας των Αθηνών με τα οποία μπαίνουν τα πρώτα θεμέλια της προστασίας των αρχιτεκτονικών μνημείων, τα οποία είχαν πολλές καταστροφές μετά τον πόλεμο του 1914-18, ενώ γίνεται αποδεκτή η άποψη πως η πιο κατάλληλη μέθοδος αποκατάστασης και συντήρησης, περιέχει την ελάχιστη επέμβαση στα μνημεία αυτά.

Μετά το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, γίνεται αναφορά στην προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς στα εξής κείμενα διεθνούς νομοθεσίας:

²⁴

Νόμος 1114 της 7/8.1.81:

Περί κυρώσεως της εις Χάγην την 14ην Μαΐου 1954 υπογραφείσης Συμβάσεως "περί προστασίας των πολιτιστικών αγαθών εν περιπτώσει ενόπλου συρράξεως μετά του Κανονισμού εκτελέσεως αυτής, του

Πρωτοκόλλου και των υπ' αριθ. I, II και III αποφάσεων της διασκέψεως".- (Α' 6).

²⁵ Μπιτσάνη 2004, 36.

²⁶ Μαλλούχου Tufano 2016, 12.

- i. Σύμβαση της Χάγης (1954) για την προστασία των πολιτιστικών αγαθών σε περίπτωση πολέμου της UNESCO και συγκεκριμένα το δεύτερο πρωτόκολλο της συμβάσης (1999)
- ii. Σύμβαση περί «των μέσων απαγόρευσης και παρεμπόδισης της παράνομης εισαγωγής, εξαγωγής και μεταβίβασης ιδιοκτησίας πολιτιστικής περιουσίας» της UNESCO το 1970
- iii. Σύμβαση για την Προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς της UNESCO το 1972
- iv. Ευρωπαϊκή Σύμβαση για την Προστασία της Αρχιτεκτονικής Κληρονομιάς της Γρανάδα (1985) του Συμβουλίου της Ευρώπης
- v. Ευρωπαϊκή Σύμβαση για την Προστασία της Αρχαιολογικής Κληρονομιάς στην Βαλέτα το 1992, του Συμβουλίου της Ευρώπης
- vi. Σύμβαση UNIDROIT για τα Κλεμμένα ή Παρανόμως Εξαχθέντα Πολιτιστικά Αγαθά στη Ρώμη το 1995 της UNESCO
- vii. Η Κοινοτική Οδηγία 93/7/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Μαρτίου 1993 που αφορούσε στην επιστροφή πολιτιστικών αγαθών τα οποία έχουν απομακρυνθεί παρανόμως από τον χώρο κράτους μέλους
- viii. Σύμβαση για τη Προστασία της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς της UNESCO το 2003

Στο ζήτημα της προστασίας των πολιτιστικών μνημείων σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε ο κίνδυνος καταστροφής των μνημείων που βρίσκονται στην κοιλάδα Ασσουάν εξαιτίας της κατασκευής φράγματος αλλά και της δημοσιότητας της «Νουβικής εκστρατείας» την δεκαετία του 1960 για την προστασία και διάσωση σημαντικών αρχαιοτήτων που βρίσκονταν στην ομώνυμη περιοχή.²⁷

Η Σύμβαση για την Προστασία της Παγκόσμιας Πολιτιστικής και Φυσικής Κληρονομιάς της UNESCO υπογράφηκε χάριν στην εκστρατεία αυτή και έγινε το ορόσημο της διατήρησης της Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς, δημιουργώντας ορισμούς για ανθρώπινο και φυσικό μνημείο, κατασκευάζοντας ένα δίκτυο διεθνούς προστασίας, καθώς και έναν κατάλογο-λίστα Παγκόσμιας κληρονομιάς²⁸. Κίνδυνοι λοιπόν θεωρούνται όχι μόνο η κλοπή και η λαθρανασκαφή αλλά και οι φθορές που οφείλονται στον χρόνο και στον ίδιο τον άνθρωπο. Οι φθορές

²⁷ <https://whc.unesco.org/en/activities/172>

²⁸ Η κύρωση της Σύμβασης στην Ελλάδα έγινε με το νόμο 1127/1981

αυτές λαμβάνουν χώρα καθ' όλη την διάρκεια «ζωής» ενός μνημείου λόγω των καιρικών συνθηκών, της υγρασίας, λόγω φυτικών αλλά και ζωικών οργανισμών και τέλος μπορεί να οφείλονται ακόμη και στη μόλυνση του περιβάλλοντος.

2.3 Η αποτύπωση μνημείων στις διεθνείς συμβάσεις και η χρήση νέων μεθόδων

Έτσι λοιπόν, σύμφωνα με πολλές από τις παραπάνω συμβάσεις είναι απαραίτητη η γεωμετρική αποτύπωση αλλά και η τεκμηρίωση των πολιτιστικών μνημείων για να επιτευχθεί μια πιο αποτελεσματική και πλήρης μελέτη, καθώς επίσης και η ίδια η προστασία και η συντήρηση όταν αυτή χρειάζεται. Για να επιτευχθεί όμως μια ακριβής και ολοκληρωμένη τεκμηρίωση λαμβάνουν χώρα και άλλα ήδη έρευνας, όπως ιστορική, αρχαιολογική, αρχιτεκτονική, βιβλιογραφική και άλλες, ώστε να καλυφθεί πλήρως η διάσταση του μνημείου από όλες τις πλευρές.²⁹

Τι είναι όμως η γεωμετρική αποτύπωση; Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία συλλέγονται, επεξεργάζονται και καταχωρούνται στοιχεία, τα οποία βοηθούν στον εντοπισμό της αρχικής μορφής και του μεγέθους ενός μνημείου σε τρισδιάστατη μορφή σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η διαδικασία αυτή καταγράφει την παρούσα κατάσταση του μνημείου και είναι σημαντικό εργαλείο για τις διάφορες μελέτες που γίνονται.

Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά επί του θέματος σε δύο άρθρα της Χάρτας της Βενετίας, όπου αναφέρονται τα εξής. Στο άρθρο 2 : ««η συντήρηση και η αποκατάσταση των μνημείων 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», ενώ στο άρθρο 16 αναφέρεται το εξής: «οι εργασίες συντήρησης, αποκατάστασης και ανασκαφής θα πρέπει να βασίζονται σε εξακριβωμένη τεκμηρίωση, δηλαδή σε αναλυτικές και κριτικές εκθέσεις, εικονογραφημένες με σχέδια και φωτογραφίες»³⁰.

Επίσης, σε έκθεση του ICOMOS, με την ονομασία "Principles for the Recording of Monuments, Groups of Buildings and Sites" αναφέρεται πως κάθε οργανισμός, είτε διεθνής, είτε εθνικός, ο οποίος είναι υπεύθυνος για κάποιο ή κάποια μνημεία, αναλαμβάνει και την ευθύνη της καταγραφής του, σύμφωνα με το άρθρο

²⁹ Γεωργόπουλος 2007.

³⁰ Χάρτα της Βενετίας.

16 της Χάρτας της Βενετίας , φυσικά με την συμμετοχή και την συνεργασία επιστημόνων από διαφορετικούς κλάδους και ειδικότητες. Η εξέλιξη των μεθόδων καταγραφής γίνεται και επισήμως ορατή με την Χάρτα της Κρακοβίας στο άρθρο 5 (2000) που αφορά στην συντήρηση αλλά και στην αποκατάσταση αρχιτεκτονημάτων και αναφέρει τα παρακάτω για την προστασία των αρχαιολογικών θέσεων: απαραίτητη είναι η προώθηση της χρήσης των νέων τεχνολογιών , που περιλαμβάνουν συστήματα πληροφορικής, βάσεις δεδομένων, τρισδιάστατες απεικονίσεις κ.ά.³¹. Αυτός ήταν συνεπώς ο τρόπος αναγνώρισης της σημασίας που έχει η χρήση νέων εφαρμοσμένων τεχνολογιών στην αρχαιολογία και κατ' επέκταση στην πολιτιστική κληρονομιά. Το 2003 έχουμε την Χάρτα Διατήρησης Ψηφιακής Κληρονομιάς και το 2008 την Χάρτα του ICOMOS (EnameCharter) η οποία θέτει ορισμένες προϋποθέσεις που αφορούν στην ποιότητα των ψηφιακών αποτυπώσεων.³²

Όπως σε κάθε νέο ξεκίνημα τοποθετούνται νέες βάσεις και θεμέλια, έτσι και στην περίπτωση αυτή χρειάζεται να τεθούν νέες επιστημονικές προϋποθέσεις, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να διέπεται από επιστημονικότητα ώστε να είναι δυνατόν να ελεγχθεί και να επικυρωθεί από πολλαπλούς τομείς και πηγές. Αυτές οι νέες βάσεις τοποθετήθηκαν με την Χάρτα του Λονδίνου (2006)³³ και τις Αρχές της Σεβίλλης³⁴, οι οποίες επικεντρώνονται στον τομέα της αρχαιολογικής αναπαράστασης.

³¹ Ioannides et al.(eds) 2017, 11

³² Ioannides et al.(eds) 2017, 11.

³³ <https://londoncharter.org/>

³⁴ Ioannides et al.(eds) 2017, 18

Κεφάλαιο 3^ο :Νέες τεχνολογίες στην Αρχαιολογία

3.1 Τα πρώτα στάδια χρήσης τεχνολογιών στην Αρχαιολογία

Τις τελευταίες δεκαετίες είναι φανερό το πόσο έχει αυξηθεί η χρήση υπολογιστών και λοιπών συστημάτων που αφορούν στις διάφορες τεχνολογίες. Αυτή η αύξηση λοιπόν είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς έχει μεταβάλλει την καθημερινότητα μας με τέτοιο τρόπο, που πολλοί άνθρωποι τον παρομοιάζουν με αντίστοιχους από βιβλία και ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Η αύξηση της χρήσης των νέων αυτών τεχνολογιών εντοπίζεται ακόμη και στον τομέα της αρχαιολογίας και έχει οδηγήσει στην άποψη ότι δημιουργείται μια καινούργια πλέον επιστήμη (Archaeological Information Science), μέσω της οποίας θα είναι δυνατή η διαχείριση αλλά και η απεικόνιση της αρχαιολογικής πληροφορίας με την χρήση των συστημάτων πληροφορικής, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.³⁵

Πώς ξεκίνησε όμως η εξέλιξη αυτή; Το πρωταρχικό βήμα θα μπορούσε να πει κανείς ότι είναι η κατασκευή του πρώτου υπολογιστή, γνωστός σε όλους με την ονομασία ENIAC (1948). Στην συνέχεια, η πρώτη επίσημη εμφάνιση της χρήσης τεχνολογιών στην αρχαιολογία μέσω άρθρου γίνεται με το «Computer applications in archaeology»³⁶, στο οποίο αναφέρονται οι βασικές χρήσεις του υπολογιστή στην αρχαιολογία, οι οποίες αφορούν στην στατιστική ανάλυση και στην αποθήκευση δεδομένων., αλλά γίνεται και μια αναφορά στην πιθανή χρήση των υπολογιστών για να επιτευχθεί η αποκρυπτογράφηση αρχαίων γραφών. Την ίδια εποχή εμφανίζεται και το κίνημα της Νέας Αρχαιολογίας, που είναι «ενισχυμένο» με νέες απόψεις και θεωρεί πως τα νέα συστήματα αυτά είναι φορείς της εξέλιξης και πως μπορούν κάλλιστα να ενισχύσουν τις ανθρωπιστικές επιστήμες και την επιστημονικότητα τους.

Πλέον ξεκινάει η χρήση ποσοτικών και ποιοτικών αναλύσεων στα αρχαιολογικά δεδομένα με βάσεις δεδομένων, ενώ παράλληλα εισάγονται και οι αρχαιομετρικές αναλύσεις. Οι νέες αυτές μέθοδοι βοηθούν στην εξαγωγή αντικειμενικών και πληρέστερων επιστημονικών δεδομένων που δεν συγκρίνονται με τις αντιλήψεις και τα καθαρά υποκειμενικά αποτελέσματα του παρελθόντος. Το 1967 όταν και ο Cowgill γράφει το άρθρο που προαναφέρθηκε, σε παγκόσμιο επιστημονικό επίπεδο έχουν ξεκινήσει περίπου 20 νέες προσπάθειες που αφορούν στον συνδυασμό της επιστήμης της Αρχαιολογίας με την χρήση υπολογιστών και λοιπών μηχανημάτων³⁷. Από την άλλη ήδη από την δεκαετία του 1940, οι

³⁵ Llobera 2011, 218

³⁶ Cowgill 1967.

³⁷ Cowgill 1967, 331

επιστήμονες προβληματίζονταν για το ζήτημα της καλύτερης μετάδοσης της επιστημονικής πληροφορίας και για τον λόγο αυτό είχαν ήδη ξεκινήσει από την εποχή εκείνη συνέδρια που αφορούσαν σε αυτό το ζήτημα.³⁸

Πρωτοπόρος της προσπάθειας χρήσης υπολογιστών για την ανάλυση αρχαιολογικών δεδομένων μπορεί να θεωρηθεί ο Γάλλος αρχαιολόγος J.C.Gardin³⁹, ο οποίος συγκεκριμένα ήταν ο πρώτος που δημιούργησε εργαστήρια αλλά και κέντρα για την χρήση των υπολογιστών στον τομέα της αρχαιολογίας. Ο ίδιος κάνει αναφορά στην Ρωσική Ακαδημία Αρχαιολογικής Επιστήμης για την εφαρμογή των εφαρμοσμένων επιστημών στην Αρχαιολογία⁴⁰.

Χάρη στην εταιρεία IBM (International Business Machines Corporation), το 1970 ξεκίνησε η διοργάνωση συνεδρίων που σχετίζονταν με το συγκεκριμένο θέμα και από τα σημαντικότερα ήταν το «Computer Applications in Archaeology» που ξεκίνησε το 1972 και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Παρόλο που πλέον έχει εξελιχθεί και προχωρήσει η χρήση της τεχνολογίας γενικά, στην αρχαιολογία ακόμη συνεχίζει να κάνει εντύπωση και να φαίνεται κάτι το ρηξικέλευθο. Σε αυτό ίσως έχει παίζει ρόλο και η Ψηφιακή Αρχαιολογία⁴¹ και άλλοι νέοι όροι που αρχίζουν να εμφανίζονται και αντικαθιστούν τους παλαιότερους.

3.2 Εφαρμογές υπολογιστικών συστημάτων στην αρχαιολογία

3.2.1 Το βήμα προς το ψηφιακό μοντέλο ανασκαφής

Όσο περνούν τα χρόνια η χρήση των νέων τεχνολογιών στην πρόοδο αλλά και στην άσκηση της επιστήμης της Αρχαιολογίας έχει γίνει όχι απλώς προαιρετική αλλά και απαραίτητη στις περισσότερες περιπτώσεις . Από τα πρώτα στάδια πριν την ανασκαφή, δηλαδή από την βιβλιογραφική έρευνα, κατά τη διάρκεια της ανασκαφής, αργότερα στην καταγραφή των ευρημάτων , στην μελέτη των στοιχείων, στην δημοσίευση των αρχαιολογικών δεδομένων μιας ανασκαφής, στην συντήρηση των ευρημάτων, η οργάνωση του χώρου όπου θα αποθηκευτούν ακόμη και θα εκτεθούν τα ευρήματα και τέλος ακόμη και η ίδια η εκπαίδευση των αρχαιολόγων πάνω σε αυτά τα ζητήματα , είναι διαδικασίες οι οποίες χωρίς την συμβολή και την χρήση νέων τεχνολογιών θα ήταν από δύσκολη έως αδύνατη.

³⁸ Moscati 2016, 11

³⁹ Moscati 2016, 10

⁴⁰ Moscati 2016, 11

⁴¹ Άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται είναι Digital Humanities και Computational Archaeology

Η ανασκαφή φέρνει στο φως πολλά ευρήματα τα οποία κατατάσσονται σε διάφορους τύπους και κατηγορίες , ενώ κατά την διάρκεια αυτής προκύπτουν νέα δεδομένα από τις μετρήσεις και τις σχεδιαστικές αποτυπώσεις ,με τα οποία οι αρχαιολόγοι προσπαθούν να μελετήσουν και να ανασυνθέσουν το παρελθόν, στοιχειοθετώντας τα ερμηνευτικά μοντέλα. Η «παραδοσιακή» αρχαιολογία έχει βασιστεί σε μεθόδους καταγραφής και τεκμηρίωσης, όπως οι απλές φωτογραφίες, το ημερολόγιο ανασκαφής αλλά και τα δισδιάστατα σχέδια. Οι ερμηνείες και οι υποθέσεις που έχουν προκύψει, έχουν ως βάση τον συσχετισμό των ευρημάτων μεταξύ τους , τοποθετώντας τα σε συγκεκριμένες κατηγορίες βάσει των χαρακτηριστικών τους. Όλοι αυτοί οι παραδοσιακοί τρόποι διαχείρισης των ευρημάτων των ευρημάτων (καταγραφή, αποθήκευση) δυσκόλευαν την πιο απλή εργασία που επρόκειτο να γίνει και την καθιστούσαν χρονοβόρα, ενώ τα δισδιάστατα σχέδια καθιστούσαν αδύνατη την μετέπειτα τρισδιάστατη σχεδιαστική απεικόνιση όχι μόνο των ευρημάτων αλλά και της ίδιας της αρχαιολογικής θέσης-ανασκαφής.

Παρατηρούμε πλέον , ότι παρόλο που η ψηφιακή τεχνολογία έχει εισχωρήσει στο ανασκαφικό πρωτόκολλο, δεν είναι καθοριστικής σημασίας στην διαδικασία ερμηνείας, αλλά είναι σημαντική στον τομέα της διαχείρισης των ευρημάτων και όχι μόνο.

3.2.2 Οι βάσεις δεδομένων και η χρήση τους

Η πρώτη επαφή της αρχαιολογίας με τις διάφορες τεχνολογίες ήταν, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ανάλυση των διαφόρων στατιστικών δεδομένων με την χρήση βάσεων δεδομένων, οι οποίες δημιουργήθηκαν την περίοδο μετά τον Β παγκόσμιο πόλεμο. Η αύξηση όμως της αγοράς υπολογιστών από ιδιώτες τα επόμενα χρόνια έκαναν τις βάσεις δεδομένων κάτι το συνηθισμένο και το ενδιαφέρον και η σημασία πλέον μετατοπίστηκε στο ποια χαρακτηριστικά θα πρέπει να τηρεί ένα μοντέλο, στις δυνατότητες που έχει και στην συγκέντρωση και τον συνδυασμό των αρχαιολογικών δεδομένων⁴².

Δύο χαρακτηριστικές ανασκαφές στην Ελλάδα στις οποίες έγινε αρχικά χρήση των νέων τεχνολογιών είναι αυτή της Ελεύθερνα στην Κρήτη⁴³ και το Καραμπουρνάκι⁴⁴ στην Θεσσαλονίκη. Στις δύο αυτές περιπτώσεις ανασκαφικής

⁴² Richards 1998, 333.

⁴³ Σταμπολίδης 2004.

⁴⁴ Τιβέριος 1999

διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά συστήματα διαχείρισης και καταγραφής των αρχαιολογικών δεδομένων που προέκυψαν (Integrated System of Digital Management of an excavation)⁴⁵.

Η ίδια η ψηφιακή καταγραφή τόσο της ανασκαφικής διαδικασίας και των ενεργειών, όσο και των ευρημάτων συνιστά ένα εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό, καθώς προσφέρει την δυνατότητα καλύτερης κατανόησης των δεδομένων αλλά και της τοποθέτησής τους σε κατηγορίες και ομάδες βάσει του είδους και των χαρακτηριστικών τους. Ακόμη για να επιτευχθεί η διαδικασία της ψηφιοποίησης ενός αρχαιολογικού χώρου ή θέσης και των αρχαιοτήτων που εντοπίζονται εκεί, χρειάζεται απαραίτητως την χρήση μηχανημάτων που θα βοηθήσουν στην σάρωση του χώρου, όπως για παράδειγμα ενός σαρωτή λέιζερ, για τον οποίο θα γίνει αναφορά παρακάτω, ή την χρήση της φωτογραμμετρίας (υπάρχουν διάφορα είδη αυτής της μεθόδου, μερικά εκ των οποίων θα αναφερθούν παρακάτω)⁴⁶. Για παράδειγμα στην ανασκαφή στο Καραμπουρνάκι έγινε φωτογράφιση των κινητών ευρημάτων και έπειτα δημιουργήθηκαν τρισδιάστατα μοντέλα αυτών για να επιτευχθεί η ψηφιοποίησή τους. Τέλος, ένας άλλος τρόπος για ευκολότερη πρόσβαση στο ημερολόγιο της ανασκαφής είναι η γραφή του με αναλογικό τρόπο⁴⁷.

Κάθε ένας όταν δημιουργεί μια βάση δεδομένων, ορίζει σε αυτή συγκεκριμένες παραμέτρους, ώστε να έχει όσο το δυνατόν ευκολότερη και γρηγορότερη πρόσβαση στα ευρήματα και αποθηκευμένα του στοιχεία. Για κάθε εύρημα αποθηκεύονται χαρακτηριστικά όπως οι διαστάσεις του, φωτογραφίες, βιβλιογραφία που αφορά το ίδιο ή κάποιο παράλληλο του ακόμη και άλλα αρχαιομετρικά δεδομένα⁴⁸. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι και η ανασκαφή στην Ελεύθερνα που προαναφέρθηκε. Δημιούργησαν μια νέα βάση δεδομένων, η οποία ήταν προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά της ανασκαφής αυτής και θα μπορούσαν ανά πάσα στιγμή να την τροποποιήσουν και να την επεκτείνουν, παρόλο που κυκλοφορούν έτοιμες βάσεις δεδομένων, όπως για παράδειγμα τα ARCHES και ARK.

⁴⁵ Tsiafakis 2004.

⁴⁶ Patias et al. 1999

⁴⁷ Τιβέριος 2010

⁴⁸ Tsiafakis 2004 και Τσιαφάκη 2005

3.2.3 Χρήση των GIS (Geographical Information System)/ Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών

Οι πρώτες χρήσεις των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται στον τομέα της αρχαιολογίας ήδη από την δεκαετία του 1980⁴⁹, αρχικά από την Βόρειο Αμερική και έπειτα στην Ευρώπη λίγα χρόνια αργότερα από την δεκαετία του 1990⁵⁰. Υπήρξε μια ρηξικέλευθη μέθοδος διαχείρισης των αρχαιολογικών δεδομένων, η οποία δεν παύει να εξελίσσεται μέχρι και σήμερα⁵¹.

Τι είναι όμως τα συστήματα αυτά . Πρόκειται για έναν συνδυασμό από διαφορετικές ψηφιακές τεχνολογίες , που στόχοι του είναι η χαρτογράφηση περιοχών, η διαχείριση δεδομένων, η επεξεργασία στοιχείων και εικόνων καθώς και η ψηφιακή σχεδίαση⁵². Για να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία του συστήματος προϋποθέτει τέσσερα βασικά δομικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι ο μηχανισμός εισαγωγής των διαφόρων δεδομένων ο οποίος είναι ικανός να μετατρέψει την πληροφορία που του δίνεται σε ψηφιακή μορφή, οι μονάδες αποθήκευσης των δεδομένων, που στόχο έχουν την ενημέρωση της βάσης δεδομένων ανά πάσα στιγμή, τα όργανα που κάνουν την χωρική ανάλυση και μια πλατφόρμα πάνω στην οποία απεικονίζονται τα δεδομένα που έχουν προστεθεί, έχοντας πλέον την μορφή ενός χάρτη⁵³. Εδώ να σημειωθεί πως τα συστήματα GIS σε αντίθεση με τα προγράμματα CAD, επεξεργάζονται και αναλύουν χωρικά δεδομένα, ενώ τα δεύτερα αφορούν δεδομένα σχεδίασης.

Η χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών στον τομέα της αρχαιολογίας έχει αυξηθεί σημαντικά λόγω του μεγάλου βαθμού χρησιμότητας τους. Πλέον τα συστήματα αυτά ίσως και να αποτελούν το βασικότερο ψηφιακό εργαλείο της αρχαιολογίας όσον αφορά στην διαχείριση και συλλογή των αρχαιολογικών δεδομένων που προκύπτουν από την ανασκαφή, καθώς επιτρέπουν την καλύτερη ανάλυση αυτών εις βάθος αλλά και προσφέρουν την δυνατότητα στους μελετητές να έχουν ταυτόχρονα όλες τις φάσεις μιας ανασκαφικής θέσης, πατώντας απλώς ένα κουμπί στον υπολογιστή.

⁴⁹ Για την χρήση και τις εφαρμογές του GIS στην αρχαιολογία βλ. Wheatly 2002, Lock 2003, Tsipidis 2011, De Roo 2013, Sarris και Dederix 2014 και De Reu 2014.

⁵⁰ Richards 1998, 334

⁵¹ Scianna 2012, 337

⁵² Wheatly 2002, 9-10

⁵³ Marble 1990, 12

3.2.4 Γεωφυσικές έρευνες

Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο ήρθαν στο φως νέες ερευνητικές κατευθύνσεις στο τομέα της αρχαιολογίας με μια από τις βασικότερες την χρήση νέων μεθόδων στην ανασκαφική διαδικασία, με βασικά παραδείγματα την ηλεκτρική και μαγνητική διασκόπηση του υπεδάφους. Οι δύο αυτές μέθοδοι έκαναν την πρώτη τους εμφάνιση στην Αγγλία και συγκεκριμένα η ηλεκτρική διασκόπηση το 1948, ενώ η μαγνητική μια δεκαετία αργότερα το 1958⁵⁴. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί πιο εντατική χρήση τους, χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας και συνεπώς της αυτοματοποίησης του τρόπου συλλογής των δεδομένων.

Πώς λειτουργού όμως οι μέθοδοι αυτές; Ξεκινώντας, η ηλεκτρική διασκόπηση αφορά σε μετρήσεις οι οποίες πραγματοποιούνται ή από την επιφάνεια του εδάφους ή με γεώτρηση και στόχο έχει την μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης ή ακόμη της αγωγιμότητας, οι οποίες μπορούν να μας δείξουν τι είδους αρχαιολογικό κατάλοιπο βρίσκεται θαμμένο, αναλόγως με την ισχύ του σήματος (ισχυρότερο ή πιο αδύναμο). Για παράδειγμα άλλη ισχύ θα έχει το σήμα ενός ψηφιδωτού δαπέδου και άλλη ενός τμήματος ενός τείχους⁵⁵. Από την άλλη πλευρά η μαγνητική διασκόπηση ενώ λειτουργεί με την ίδια λογική, αυτή τη φορά μετράει τις συσχετίσεις μεταξύ του τοπικού μαγνητικού πεδίου των μικρών ή μεγαλύτερων αποκλίσεων του υπεδάφους από το ίδιο. Οι μετρήσεις γίνονται από μικρή και σταθερή απόσταση από το έδαφος, χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία και όργανα⁵⁶.

Η χρήση αυτών των μεθόδων στον τομέα της Αρχαιολογίας προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα, με κυριότερο την ανάλυση αρχαιολογικών θέσεων και την εξαγωγή δεδομένων από τις ίδιες, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση παραδοσιακών μεθόδων ανασκαφής. Με την διαδικασία αυτή μπορεί να εξοικονομηθούν τόσο χρήματα όσο και κόπος, καθώς η έρευνα θα είναι πιο στοχευμένη αφού πλέον θα είναι γνωστά βασικά χαρακτηριστικά της ανασκαφικής θέσης. Χαρακτηριστικά, θα είναι πιο συγκεκριμένα τα σημεία που θα επιλεγθούν για το που θα γίνει ανασκαφή, θα είναι πιο εύκολο να οργανωθεί το εργατικό δυναμικό που χρειάζεται, χωρίς να υπάρχουν ελλείψεις και τέλος με την διαδικασία της γεωφυσικής διασκόπησης θα είναι πιο στοχευμένα τα επιχειρήματα που αφορούν

⁵⁴ Aitken, 1974.

⁵⁵ Sarris et al. 2015

⁵⁶ Sarris et al. 2015

στην έρευνα⁵⁷. Ένα ακόμη πλεονέκτημα θα μπορούσε να θεωρηθεί η χρήση των μεθόδων αυτών κατά τη διάρκεια της έρευνας σε αστικές περιοχές, όπου η περιοχή καλύπτεται από κτήρια και δεν είναι δυνατή η ανασκαφή. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση της σωστικής αρχαιολογίας. Τέλος, θα μπορούσε να ειπωθεί πως οι γεωφυσικές έρευνες αποτελούν την λύση στην έλλειψη χρόνου, την πίεση που δέχονται οι αρχαιολόγοι, αλλά και στην έλλειψη κονδυλίων για ανασκαφικές έρευνες, καθώς είναι αποτελεσματικές σε μεγάλο βαθμό και μπορούν να δώσουν αποτελέσματα σχεδόν άμεσα.

⁵⁷ Sarris et al. 2017

**Κεφάλαιο 4ο: Ο ρόλος της γεωμετρικής τεκμηρίωσης και
αποτύπωσης και η διαδικασία καταγραφής δεδομένων**

4.1 Η σημασία της γεωμετρικής τεκμηρίωσης

Πλέον, λαμβάνοντας υπόψιν τις διάφορες επιτροπές και τους διεθνείς οργανισμούς, των οποίων κύριο μέλημα είναι ο πολιτισμός και τα ζητήματα που τον αφορούν, αντιλαμβανόμαστε την βαρύτητα που δίνεται στην γεωμετρική τεκμηρίωση μνημείων, τα οποία αποτελούν την πολιτιστική κληρονομιά και τίθενται έτσι τα θεμέλια της προστασίας και συντήρησης της. Πρωτοπόρα σε αυτούς είναι η Χάρτα της Βενετίας, η οποία έθεσε νέες βάσεις και άσκησε επιρροή στα μετέπειτα διατάγματα. Ακριβώς, οι νέες ψηφιακές τεχνολογίες που προσφέρονται για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, ανήκουν στις έμμεσες τεχνικές αποτύπωσης, δηλαδή αυτές που για να χρησιμοποιηθούν αρκεί και η μικρότερη άμεση επαφή με το μνημείο που θέλουμε να αποτυπώσουμε και έτσι επιτυγχάνεται η καλύτερη προστασία αυτού. Τα αποτελέσματα που μας δίνουν οι τεχνικές αυτές είναι τόσο ακριβή που δικαίως μιλάμε για μία «απόλυτη αποτύπωση»⁵⁸. Τα τρισδιάστατα δηλαδή μοντέλα που εξάγονται δίνουν την ευκαιρία στους μελετητές και όχι μόνο να κατανοήσουν και να αντιληφθούν καλύτερα τον χώρο, καθώς μας επιτρέπουν να δούμε ανά πάσα στιγμή την κάτοψη, την τομή, ή οποιαδήποτε όψη του μνημείου επιθυμούμε.

Συγκεκριμένα, μέσω της γεωμετρικής τεκμηρίωσης εξάγονται διανυσματικά σχέδια, εικόνες αποτελούμενες από ψηφίδες αλλά και τρισδιάστατες απεικονίσεις, οι οποίες μας επιτρέπουν να προβάλλουμε το μνημείο με όποιον τρόπο επιθυμούμε. Τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι ουσιαστικά η ορθή προβολή μιας ομάδας σημείων, μια πρακτική πάνω στην οποία στηρίζονται οι μέθοδοι γεωμετρικής τεκμηρίωσης. Βασική είναι και η κλίμακα αποτύπωσης του εκάστοτε μνημείου, η οποία μπορεί να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη, ενώ η ανάλυση φορά τις ιδιαιτερότητες μνημείου που αποτυπώνεται αλλά και το πεδίο που εφαρμόζονται τα μετρικά αποτελέσματα⁵⁹.

Τέλος, χάρη στην ικανότητα προβολής των λογισμικών, διανυσματικών σχεδίων στον τρισδιάστατο χώρο, είναι δυνατή η δημιουργία τρισδιάστατων σχεδίων, ενώ μπορούν να δημιουργηθούν και τρισδιάστατα μοντέλα απεικόνισης, λόγω των τρισδιάστατων νεφών σημείων που παράγονται και των τριγωνικών ή πολυγωνικών πλεγμάτων που δημιουργούνται.

⁵⁸ Λιανός, 2013.

⁵⁹ Ioannides et al. 2017, 33

4.2 Ποιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων, πώς και γιατί;

Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την συλλογή δεδομένων και αυτές είναι οι εξής: η πρώτη είναι οι εμπειρικές μέθοδοι, δηλαδή οι απλές τοπογραφικές και η δεύτερη αποτελείται από τις πιο σύγχρονες τοπογραφικές και τις φωτογραμμετρικές. Η πρώτη κατηγορία μεθόδων χρησιμοποιείται ή για περιπτώσεις όχι τόσο περίπλοκες ή σε συμπλήρωση κάποιου κομματιού σε ένα μνημείο ή σε περίπτωση που ήδη έχει γίνει χρήση της δεύτερης κατηγορίας, έχοντας ως κύριο προτέρημα το χαμηλό κόστος. Βέβαια τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών δεν είναι 100% ακριβή, καθώς δεν ελέγχονται μέσω ενός επιστημονικού τρόπου. Αντίθετα η δεύτερη κατηγορία και πιο συγκεκριμένα οι τοπογραφικές μέθοδοι, διακατέχονται από μεγαλύτερη ακρίβεια καθώς γίνονται ακριβείς μετρήσεις των διαφόρων διαστάσεων είτε με άμεση επίσκεψη στον χώρο του μνημείου, είτε μέσω φωτογραφιών που έχουν τραβηχτεί από ειδικούς. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν και οι φωτογραμμετρικές μέθοδοι που προαναφέρθηκαν και θα γίνει αναλυτική αναφορά παρακάτω και η τρισδιάστατη αποτύπωση με την χρήση σαρωτή λέιζερ. Και οι δύο αυτές μέθοδοι έχουν πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα, η επιλογή όμως μεταξύ των δύο αυτών δεν επηρεάζεται μόνο από αυτά αλλά και από άλλες παραμέτρους. Οι δύο αυτές μέθοδοι μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά η μια για την άλλη, κάτι που επιτρέπει την εξαγωγή καλύτερων αποτελεσμάτων τόσο στην υφή του αντικειμένου -μνημείου, όσο και στην διόρθωση κενών που μπορεί να μην κάλυψε η άλλη μέθοδος. Ουσιαστικά ο συνδυασμός αυτών των δύο μεθόδων μας δίνει τα ακριβέστερα αποτελέσματα αφού, προέρχονται από την ακρίβεια των σαρωτών λέιζερ αλλά και την υψηλή ποιότητα της ψηφιακής φωτογραφίας, η οποία μπορεί να δώσει ρεαλιστικά αποτελέσματα. Για να γίνει η καλύτερη επιλογή μεθόδου πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι παράγοντες, αυτοί είναι κυρίως κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά. Αρχικά λαμβάνεται υπόψη η λειτουργικότητα της κάθε μεθόδου και το πόσο εύχρηστη μπορεί να είναι αυτή. Έπειτα, είναι το είδος του αποτελέσματος που θα προκύψει από την μέθοδο, δηλαδή το προϊόν αποτύπωσης και τέλος η ακρίβεια του τελικού προϊόντος συνδυαστικά με το κόστος αγοράς του εξοπλισμού για την έρευνα και τον χρόνο που θα χρειαστεί⁶⁰.

⁶⁰ Παυλίδης κ.α 2014, 20

Η διαφοροποίηση αυτών των μεθόδων μπορεί να γίνει μεταξύ αυτών που χρησιμοποιούν το φως ή όχι αλλά ο κύριος διαχωρισμός και κατηγοριοποίηση γίνεται μεταξύ των ενεργητικών μεθόδων, στις οποίες ανήκουν οι σαρωτές λέιζερ και των παθητικών στις οποίες κατατάσσεται η φωτογραμμετρία. Οι παθητικές μέθοδοι αυτό που κάνουν είναι να καταγράφουν την ακτινοβολία που εκπέμπεται από αντικείμενα τα οποία φωτίζονται από άλλες πηγές φωτός σε αντιδιαστολή με τις ενεργητικές μεθόδους οι οποίες μετρούν τον χρόνο που κάνει η ακτινοβολία για να επιστρέψει από τα αντικείμενα της μελέτης πίσω στα όργανα της μέτρησης⁶¹. Στις ενεργητικές μεθόδους μπορούν καταταχθούν η σάρωση με δομημένο φως, η σάρωση με ακτίνα λέιζερ, η φωτομετρική στερεοσκοπία κ.α, ενώ στις παθητικές μπορούν να ενταχθούν οι φωτογραμμετρικές μέθοδοι⁶².

Για να χρησιμοποιηθεί φυσικά η κάθε μέθοδος είναι απαραίτητα και τα κατάλληλα όργανα-εργαλεία. Έτσι θα αναφερθούν παρακάτω ορισμένα όργανα μετρήσεων και αποτυπώσεων.

Σαρωτές Λέιζερ (Laser Scanners)

Η χρήση των επίγειων σαρωτών λέιζερ (Terrestrial Laser Scanners) ξεκίνησε περίπου την δεκαετία 1990 και μέσω αυτών είναι δυνατή η αποτύπωση ενός μνημείου ή αντικειμένου, διαδικασία που επιτυγχάνεται μέσω της απόδοσης πυκνών νεφών σημείων, τα οποία καταγράφουν την θέση του κάθε στοιχείου ξεχωριστά στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων μαζί με την ένταση της ανακλώμενης ακτινοβολίας⁶³. Οι αερομεταφερόμενοι σαρωτές (LIDAR) έχουν την ικανότητα καταγραφής του αναγλύφου της γης αλλά και του πυθμένα της θάλασσας καθώς ορισμένα ήδη λέιζερ μπορούν να διαπεράσουν το νερό.

Πώς κατηγοριοποιούνται όμως οι σαρωτές; Αρχικά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τους **σαρωτές επαφής** και τους **σαρωτές απόστασης**. Οι σαρωτές απόστασης χωρίζονται στους **σαρωτές γέφυρας** και στους **φορητούς σαρωτές**. Αντίθετα, οι σαρωτές απόστασης χωρίζονται σε **ενεργούς σαρωτές** και **παθητικούς δέκτες**. Στους ενεργητικούς σαρωτές έχουμε τις εξής μεθόδους :Time of flight, μέθοδος τριγωνισμού και τέλος η μέθοδος σύγκρισης φάσεων.

Για ποιους λόγους προτιμάται η αποτύπωση με την χρήση σαρωτών λέιζερ;

⁶¹ Παυλίδης κ.α 2014, 21.

⁶² Ioannides et al. 2017, 34.

⁶³ Georgopoulos and Stathopoulou 2017, 5.

Η συγκεκριμένη μέθοδος προτιμάται καθώς είναι ιδιαίτερα εύχρηστη. Τι σημαίνει όμως αυτό; Αρχικά πρόκειται για μια γρήγορη και αξιόπιστη μέθοδο. Συγκριτικά με άλλες μεθόδους είναι αυτή που μας δίνει τα ακριβέστερα αποτελέσματα. Είναι μικρότερος ο χρόνος προετοιμασίας , αλλά και ο χρόνος επεξεργασίας μετά την μέτρηση. Επίσης , δίνει κατευθείαν αποτύπωση των 3D αντικειμένων χωρίς να χρειάζεται επιπλέον εργασία και χρόνος και τέλος παρόλο που πρόκειται για ακριβό εξοπλισμό, η διαδικασία της αποτύπωσης χρειάζεται πολύ λιγότερα χρήματα καθώς λόγω των άμεσων και γρήγορων μετρήσεων, μειώνεται χρόνος παραμονής των εργαζόμενων στο πεδίο και συνεπώς οι εργατοώρες που πρέπει να πληρωθούν⁶⁴.

Τέλος, υπάρχει και η μέθοδος σάρωσης όπου χρησιμοποιείται το δομημένο φως (SLS) κατά την οποία προβάλλονται κωδικοποιημένα σημεία στην επιφάνεια του αντικειμένου και γίνεται η καταγραφή από μία ή περισσότερες οπτικές γωνίες, ενώ στην συνέχεια σύμφωνα με την αρχή του τριγωνισμού, αυτό που κάνει είναι να σχηματίζει ένα χάρτη βάθους, έχοντας ως βάση την αποσχηματοποίηση του μοτίβου στην επιφάνεια αυτού του αντικειμένου⁶⁵. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρειάζεται μία ή δύο ψηφιακές μηχανές σε βάση ή τρίποδα και ένα προβολές LCD⁶⁶

Συνεχίζοντας , στις παθητικές μεθόδους μπορούν να προστεθούν και οι γεωδαιτικές τεχνικές με τις οποίες συλλέγονται δεδομένα και στηρίζονται στην χρήση γεωδαιτικών σταθμών (TotalStation), κάτι που επιτρέπει να γίνουν μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας αλλά σε μεγάλο χρονικό διάστημα, λόγω του τρόπου συλλογής σημείων. Βέβαια ως βασικότερη παθητική μέθοδος θεωρείται αυτή της φωτογραμμετρίας , η οποία ως βασικό στοιχείο έχει την εικόνα και συγκεκριμένα την ψηφιακή. Βέβαια, πολλές φορές και σήμερα χρησιμοποιούνται μετρικές αναλογικές κάμερες για αεροφωτογράφιση , τηρώντας βέβαια συγκεκριμένες προδιαγραφές, οι οποίες όμως έχουν προσαρμοστεί πάνω στο αντικείμενο ενδιαφέροντος.

Ανάμεσα φυσικά στις ψηφιακές και αναλογικές φωτογραφικές μηχανές υπερτερούν οι πρώτες, καθώς πρώτον έχουν μικρότερο κόστος, όχι μόνο αγοράς αλλά και χρήσης αργότερα, έχουν σταθερή γεωμετρία και δεν χρειάζονται

⁶⁴ Παυλίδης κ.α 2014, 58.

⁶⁵Georgopoulos and Stathopoulou 2017, 8.

⁶⁶Georgopoulos and Stathopoulou 2017, 8.

ιδιαίτερες ενέργειες τόσο για την επεξεργασία όσο και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, τα οποία εμφανίζονται άμεσα. Επίσης έχουν μεγαλύτερο δυναμικό εύρος και είναι περισσότερο αξιόπιστες, ενώ επίσης ο θόρυβος του είναι ελάχιστος.

Τι είναι όμως μια ψηφιακή φωτογραφία;

Πρόκειται για την απεικόνιση κάποιου αντικειμένου επάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια κάνοντας χρήση ενός συγκεκριμένου αριθμού pixels (εικονοστοιχείων) η θέση και η απόχρωση (αποχρώσεις του γκρι) των οποίων είναι γνωστές. Συνεπώς πρόκειται για την συγκέντρωση συντεταγμένων αλλά και αριθμών τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν και να επεξεργαστούν μέσω του υπολογιστή⁶⁷.

4.3 Η ιστορία της φωτογραμμετρίας, η πορεία της στον χρόνο και οι βασικές της ιδιότητες..

Ως φωτογραμμετρία θα μπορούσαμε να ορίσουμε την τέχνη, την τεχνική ή την επιστήμη, η οποία έχει στόχο να εξάγει ακριβή και αξιόπιστη μετρική πληροφορία αντικειμένων αλλά και του περιβάλλοντος, έχοντας ως εργαλεία την καταγραφή, την μέτρηση και την ερμηνεία φωτογραφιών και άλλων μεσών⁶⁸ ή ακόμη μπορεί να οριστεί ως «η τέχνη και η επιστήμη της απεικόνισης με σκοπό την παραγωγή τρισδιάστατων μετρήσεων με μεγάλη ακρίβεια, από πολλαπλές φωτογραφίες»⁶⁹, ενώ ένας ορισμός είναι ο εξής: «η τέχνη, η επιστήμη και η τεχνολογία τεκμηρίωσης πληροφοριών αντικειμένων του περιβάλλοντος διαμέσου της διαδικασίας καταγραφής, μέτρησης και ερμηνείας φωτογραφιών, ηλεκτρομαγνητικών πληροφοριών και άλλων φαινομένων»⁷⁰.

Όλα ξεκίνησαν επίσημα το 1839 όταν και ο Γάλλος εφευρέτης Λουί Νταγκέρ παρουσίασε για πρώτη φορά την φωτογραφική διαδικασία. Αυτός όμως που ανακάλυψε την μέθοδο της φωτογραμμετρίας θα λέγαμε ότι ήταν ο αρχιτέκτονας Albrecht Meydenbauer το 1858 όταν και του ανατέθηκε η αποτύπωση του καθεδρικού ναού της πόλης Βέτσλαρ. Ο νεαρός τότε αρχιτέκτονας προσπάθησε να αποτυπώσει τον καθεδρικό ναό με την χρήση της φωτογραφίας. Όμως δεν ήταν

⁶⁷ Georgopoulos and Stathopoulou 2017, 42.

⁶⁸ Πατιάς, 1991.

⁶⁹ RamiAL-Ruzouq, 2012

⁷⁰ McGlone et al. 2004

δυνατόν με την χρήση των φωτογραφικών μηχανών της εποχής να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα , δηλαδή τα σωστά γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαφόρων αντικειμένων και έτσι πήρε την απόφαση να φτιάξει μια φωτογραφική μηχανή στην οποία θα πρόσθετε μια μετρητική συσκευή που θα μπορούσε να δώσει μαζί με την εικόνα του αντικειμένου και μερικές γεωμετρικές πληροφορίες του⁷¹. Έτσι το έτος 1867 κατάφερε να φτιάξει μία φωτογραφική μηχανή με έναν ευρυγώνιο φακό, ο οποίος είχε εστιακή απόσταση της τάξεως των 25 cm με μέγεθος αρνητικού 30x30cm, ενώ αργότερα κατασκευάστηκαν και άλλες.

Η ονομασία που δόθηκε στην τεχνική αυτή έχει τις βάσεις της στον κλασικισμό του 19^{ου} αιώνα καθώς αποτελείται από λέξεις της ελληνικής ΦΩΣ, ΓΡΑΜΜΗ και ΜΕΤΡΗΣΗ και έτσι περιγράφουν την εξαγωγή πληροφοριών που αφορούν μετρήσεις από φωτογραφίες, χάρη στο φως και την ιδιότητα του να κινείται πάντοτε σε ευθεία γραμμή. Ένας ακόμη στόχος του αρχιτέκτονα ήταν η δημιουργία ενός αρχείου με περιεχόμενο που αφορά στην πολιτιστική κληρονομιά , ώστε αν υπήρχε σημαντική φθορά, να υπάρχει σωσμένη η αρχική μορφή του καθεδρικού ναού. Αυτό οδήγησε στην καταγραφή 2600 μνημείων περίπου και σε ένα σύνολο 80000 φωτογραφιών , κομμάτι του οποίου υπάρχει ακόμη στο Πότσταμ⁷².

Ποια είναι όμως τα χαρακτηριστικά αλλά και τα πλεονεκτήματα της της τεχνικής αυτής, δηλαδή της φωτογραμμετρίας;

Αρχικά πρόκειται για μια τεχνική τα αποτελέσματα της οποίας, η αποτύπωση δηλαδή που προκύπτει είναι αντικειμενική. Η φωτογραμμετρία ορίζεται ως ένα σύστημα αναφοράς. Δίνει την δυνατότητα να γίνει επιστημονικός έλεγχος ως προς την ακρίβεια αλλά και την αξιοπιστία του αποτελέσματος και των έμμεσων μετρήσεων. Επίσης, δεν χρειάζεται η δημιουργία σχεδίου από το πεδίο, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η νέα σχεδιαστική τεχνολογία αλλά και η τεχνολογία ανάλυσης εικόνας. Είναι κατάλληλη για να έρθουν εις πέρας εργασίες που αφορούν λεπτομέρειες και δύσκολα αρχιτεκτονικά στοιχεία. Με την χρήση της τεχνικής αυτής μπορεί να γίνει πολύ γρήγορη ανακατασκευή της στερεομετρίας αυτού που θέλουμε να αποτυπώσουμε. Αξιοποιούνται ιδιότητες (γεωμετρικές), όπως τα σημεία προοπτικής ή φυγής και έτσι γίνεται πιο εύκολη η επεξεργασία των δεδομένων. Τέλος, πρόκειται για μία τεχνική ο εξοπλισμός της οποίας , όσον αφορά στις εργασίες

⁷¹ Παυλίδης κ.α 2014, 57

⁷² Πατιάς, 2009, 71

πεδίου, είναι αρκετά οικονομικός , ενώ ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται αργότερα στο γραφείο για παράδειγμα είναι υψηλότερου κόστους⁷³.

Η ουσία της τεχνικής αυτής κρύβεται στο να κατανοήσει κανείς την όλη φωτογραφική διαδικασία , δηλαδή πως οι ακτίνες του φωτός δύνανται να σχηματίσουν εικόνες των διαφόρων αντικειμένων επάνω σε συγκεκριμένες επιφάνειες με κατάλληλες συσκευές, όπως για παράδειγμα μια φωτογραφική μηχανή ακόμη και το ίδιο το ανθρώπινο μάτι. Αν το σκεφτούμε λογικά η φωτογραφική μηχανή και το ανθρώπινο μάτι έχουν κοινά χαρακτηριστικά και παρόμοια λειτουργία. Και στα δύο οι ακτίνες του φωτός περνούν μέσα από το διάφραγμα, ένα άνοιγμα που ρυθμίζεται , ενώ και τα δύο έχουν έναν ή περισσότερους φακούς αντίστοιχα , έτσι ώστε να είναι δυνατή η καθοδήγηση των ακτινών φωτός και έπειτα η επικέντρωση τους επάνω σε έναν αισθητήρα, όπου τελικά σχηματίζεται η εικόνα.

Η τεχνική της φωτογραμμετρίας χωρίζεται σε μονοσκοπική, στερεοσκοπική καθώς και εναέρια ή επίγεια , αναλόγως με τον τρόπο που γίνονται οι υπολογισμοί αλλά και τις συντεταγμένες των σημείων των λεπτομερειών. Η πρώτη φάση εξέλιξης της λαμβάνει χώρα από το 1858 όταν και μετατρέπεται σε επιστήμη της αρχιτεκτονικής φωτογραμμετρίας μπαίνοντας στην αναλογική φάση μέχρι για και περίπου 100 χρόνια, με βασικό όργανο τον στερεοαναγωγέα. Η επόμενη φάση, δηλαδή η δεύτερη είναι η φάση της αναλυτικής φωτογραμμετρίας όπου χρησιμοποιείται και πάλι ο στερεοαναγωγέας σε συνδυασμό με την χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η τελευταία της φάση προς το παρόν είναι αυτή που διανύει σήμερα και ξεκίνησε στις αρχές του αιώνα.

Αυτό που ουσιαστικά κάνει η ψηφιακή φωτογραμμετρία είναι η εξαγωγή μετρικών πληροφοριών μέσα από εικόνες με την βοήθεια των σύγχρονων τεχνολογιών απεικόνισης.

Με την τρισδιάστατη μέθοδο φωτογραμμετρίας δίνεται η δυνατότητα με την βοήθεια αλγορίθμων φυσικά , του εντοπισμού κοινών σημείων στις φωτογραφίες, της μεταξύ τους συσχέτισης και της δυνατότητα λύσης προβλημάτων, τα οποία αφορούν διαφορετική προοπτική ή/και κλίμακα, μέσω της ταύτισης των εικόνων και της τελικής αναπαράστασης του τρισδιάστατου μοντέλου του κάθε αντικειμένου⁷⁴. Τέλος να σημειωθεί ότι δεν χρειάζεται υψηλού επιπέδου ειδίκευση και γνώσεις για την ενασχόληση με την φωτογραμμετρία και την εφαρμογή των αλγορίθμων της, απλώς

⁷³ Παυλίδης κ.α 2014, 55.

⁷⁴ Παυλίδης κ.α 2014.

μια εξειδίκευση πάνω στον κλάδο αυτό μπορεί να προσφέρει ακρίβεια και αξιοπιστία στα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν, καθώς επίσης μπορεί να αποτρέψει τα λανθασμένα αποτελέσματα, που κάνουν την εμφάνισή τους όλο και πιο συχνά.

4.4 Οι κύριες τεχνικές φωτογραμμετρίας και τα χαρακτηριστικά τους

Πώς συλλέγονται όμως τα διάφορα ψηφιακά δεδομένα με την μέθοδο της φωτογραμμετρίας; Για να επιτευχθεί η συλλογή αυτή χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές της μεθόδου αυτής. Μερικές από αυτές είναι οι παρακάτω :

- **Σχήμα από το Στερεοφωτογράφιση:** πρόκειται για μια τεχνική στην οποία γίνεται χρήση της αρχής λειτουργίας της στερεοφωτογραμμετρίας και τεχνικών στερεοσκοπίας , οι οποίες έχουν στόχο την λήψη δεδομένων γεωμετρικών από ένα αντικείμενο, μέσα από ένα ζευγάρι φωτογραφιών. Στη στερεοφωτογραμμετρία γίνεται υπολογισμός των 3D συντεταγμένων της ίδιας της επιφάνειας του αντικειμένου από δυο ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ φωτογραφίες, οι οποίες έχουν ληφθεί από διαφορετικές πλευρές με την χρήση φωτογραμμετρικού τριγωνισμού. Για τη στερεοσκοπική φωτογραφική επεξεργασία βασικότατο χαρακτηριστικό είναι η ίδια η φωτογράφιση, δηλαδή θα πρέπει οι δύο άξονες της κάμερας να είναι παράλληλοι μεταξύ τους, όσον αφορά στις θέσεις που λαμβάνονται οι φωτογραφίες και κάθετοι στην επιφάνεια του αντικειμένου ενδιαφέροντος.
- **Σχήμα από Σιλουέτες:** χαρακτηριστικό της τεχνικής αυτής είναι η λήψη πολλών φωτογραφιών του στόχου από άλλες κάθε φορά γωνίες παρατήρησης. Έπειτα τα γεωμετρικά δεδομένα δίνονται μέσα από την ίδια την σιλουέτα του αντικειμένου. Αυτό που παρατηρήθηκε μετά τις τελευταίες εξελίξεις στην τεχνική αυτή είναι η βελτιστοποίηση της γεωμετρική ακρίβειας χάρη στην χρήση των δεδομένων υφής. Η αυτοματοποιημένη διαδικασία ψηφιοποίησης, η οποία χαρακτηρίζει αυτή την τεχνική, αποτελεί το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της, ενώ αντίθετα η χαμηλή θα λέγαμε ακρίβεια των γεωμετρικών δεδομένων που εξάγονται με αυτή είναι ένα από τα κύρια μειονεκτήματά της.
- **Σχήμα από δομημένο φως:** η μέθοδος αυτή είναι μια από τις πιο απλές όσον αφορά στον τρόπο κατά τον οποίο λειτουργεί. Αυτό που συμβαίνει ουσιαστικά είναι ότι προβάλλεται κάποιο μοτίβο φωτός σε ένα αντικείμενο,

αλλά από μια οπτική γωνία την οποία γνωρίζουμε. Βάση της μεθόδου αυτής είναι η τριγωνοποίηση, κατά τον ίδιο τρόπο όπως είδαμε ότι συμβαίνει και παραπάνω στην σάρωση με ακτίνες λέιζερ κοντινών αποστάσεων. Για να επιτευχθεί τρισδιάστατη αποτύπωση είναι απαραίτητη η προβολή από σημεία φωτός, τα οποία έχουν είτε ρίγες, είτε ελλείψεις, είτε ακόμη και πλέγματα, αλλά και κωδικοποιημένα μοτίβα βάσει χρωμάτων. Αυτή η κωδικοποίηση δίνει την δυνατότητα στον σαρωτή να αντιληφθεί τις αλλαγές που γίνονται στο μοτίβο, όταν λαμβάνει χώρα η προβολή επάνω στο αντικείμενο ενδιαφέροντος.

Βέβαια υπάρχουν πολλοί μέθοδοι μέσω των οποίων μπορεί να πραγματοποιηθεί η κωδικοποίηση. Ανάμεσα στις πιο συνηθισμένες μεθόδους είναι οι εξής: η μεταβλητή φωτεινότητα χρωμάτων και η μεταβλητή πυκνότητα των σχημάτων, τα οποία έχει ήδη ένα μοτίβο. Αυτό που προσπαθεί να επιτύχει η τελευταία μέθοδος είναι ο πιο εύκολος διαχωρισμός των εικονοστοιχείων. Εφόσον υπάρχει κωδικοποίηση στο μοτίβο, μπορεί να γίνει σύγκριση των αντιστοιχιών που υπάρχουν μεταξύ των θέσεων των εικονοστοιχείων, τις οποίες έχει αποτυπώσει ο σαρωτής και των σημείων του μοτίβου. Μέσα από την σύγκριση αυτή είναι δυνατόν να γίνει υπολογισμός των αποκλίσεων στα αντίστοιχα σημεία και έτσι μπορεί να εξαχθεί η τρίτη διάσταση⁷⁵.

- **Σχήμα από κίνηση:** πρόκειται για μια μέθοδο η οποία αποτελεί μια μετεξέλιξη της μεθόδου με την Στερεοφωτογράφιση. Πώς λειτουργεί όμως αυτή; Χρειάζεται μια μηχανή λήψης η οποία κινείται και παίρνει λήψεις του αντικειμένου ενδιαφέροντος από πολλές γωνίες. Για να γίνει δυνατή η χρήση αυτής της μεθόδου δε θα πρέπει να κινείται καθόλου το αντικείμενο αυτό, αλλά και δε θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε αυτό μέρη που μπορούν να κουνηθούν⁷⁶.

⁷⁵ Καρράς,1998.

⁷⁶ Καρράς,1998.

Κεφάλαιο 5^ο: Αρχαιολογία και 3D μοντέλα

5.1 Η χρήση τρισδιάστατων γραφικών στην αρχαιολογία-«ένα ταξίδι στον χρόνο»

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρατηρηθεί μεγάλη αύξηση στην αρχαιολογία, της χρήσης νέων τεχνολογιών που αφορούν στην δημιουργία τρισδιάστατων αποτυπώσεων και γραφικών αλλά και την κατασκευή 3d μοντέλων⁷⁷. Συγκεκριμένα όπως αναφέραμε παραπάνω, η χρήση των LIDAR, ήταν αυτή που έκανε δυνατή την σάρωση μεγάλων αντικειμένων, έχοντας ως βάση την λεγόμενη Μέτρηση χρόνου. Επίσης, χάρη στην χρήση νέων μεθόδων όπως της αυτόματης βαθμονόμησης αλλά και του SFM (σχήμα από κίνηση-το οποίο προαναφέρθηκε), κατέστη δυνατή η εξαγωγή τρισδιάστατων δεδομένων, τα οποία βασίζονται στην εικόνα και έχουν μεγάλη ακρίβεια⁷⁸. Γιατί όμως υπάρχει τέτοια ακρίβεια και αποτελεσματικότητα; Αυτό οφείλεται στην νέους αλγόριθμους που βοηθούν στον αυτόματο προσανατολισμό των εικόνων που έχουν τραβηχτεί αλλά και στο ότι ο υπολογισμός των διαφορετικών παραμέτρων των μηχανών φωτογράφισης, γίνεται αυτόματα και άμεσα⁷⁹.

Μία ακόμη τεχνική που έφερε αλλαγές στον τομέα της αρχαιολογίας είναι και η τεχνητή πραγματικότητα με την οποία πρώτος ασχολήθηκε ο Myron Krueger⁸⁰ στην διατριβή του και την παρουσίασε ως ένα υποκατάστατο θα λέγαμε του πραγματικού κόσμου. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται με την βοήθεια ενός υπολογιστή και προσφέρει ανοιχτή πρόσβαση στον χρήστη.

Επίσης, η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, τα οποία θα είναι χρήσιμα στην έρευνα, την μελέτη αλλά και την ερμηνεία, πρωτοαναφέρθηκε στο 1^ο συνέδριο CAA το 1973⁸¹ από τον J.D.Wilcock, ενώ έγινε πραγματικότητα η ιδέα του αυτή από το πανεπιστήμιο του Λανκαστερ, κατά την δημιουργία 3d μοντέλου της εκκλησίας Furness Abbey.

Για να γίνει χρήση των τεχνικών αυτών και να καταστεί δυνατή η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, χρειάζονται ορισμένες πηγές μέσω των οποίων θα προκύψουν τα απαραίτητα δεδομένα. Τέτοιες πηγές είναι: κατάλοιπα του μνημείου, παλαιότερα σχέδια, μετρήσεις από παλαιότερες μελέτες, προφορικές πηγές κ.α.

⁷⁷ Pavlidis et al. 2007.

⁷⁸ Lopezetal, 2016.

⁷⁹ Koutsoudis et al. 2014, 73.

⁸⁰ Krueger 1983

⁸¹ Wilcock 1973, 20

5.2 Η σημασία της οπτικοποίησης στην αρχαιολογία

Οι υπολογιστές δεν είναι απλώς ένας τρόπος για να μετατραπούν ορισμένα δεδομένα, αντιθέτως είναι εργαλεία που βοηθούν στην ερμηνεία των δεδομένων αυτών και για να επιτευχθεί η ερμηνεία αυτή έχει ως βάση την σωστή παρατήρηση αλλά και την καταγραφή των αρχαιολογικών δεδομένων. Την παραπάνω άποψη στηρίζει η διαδικαστική αρχαιολογία. Χάρη στις νέες τεχνολογίες που παρέχονται ο τομέας της αρχαιολογίας έχει αναπτυχθεί και στηρίζεται στα τρισδιάστατα μοντέλα και στην οπτικοποίηση του αρχαιολογικού δεδομένου.

Ποια άλλη χρήση έχει όμως η οπτικοποίηση των αρχαιολογικών δεδομένων στον τομέα της αρχαιολογίας; Κατά την διάρκεια μιας ανασκαφής αφαιρούνται ένα προς ένα διαδοχικά το κάθε στρώμα, ώστε να έρθει στο φως το επόμενο και μαζί με αυτό τυχόν ευρήματα που θα βοηθήσουν στην μελέτη του παρελθόντος, όπως για παραδειγμα κεραμική, υπολείμματα καύσης, στοιχεία κατοίκησης κ.ά. Το πρόβλημα όμως στην περίπτωση αυτή είναι ότι η αφαίρεση του κάθε στρώματος γίνεται μία φορά και συνεπώς για να υπάρχει η κατάλληλη καταγραφή θα πρέπει να γίνουν σχέδια της τομής, να φωτογραφηθεί το κάθε στρώμα και το κάθε εύρημα. Έτσι λοιπόν, χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας και την συνεργασία διαφορετικών τομέων με αυτόν της αρχαιολογίας, γίνεται δυνατή η καταγραφή των δεδομένων με την χρήση της τεχνικής της φωτογραμμετρίας, την χρήση σαρωτών λέιζερ αλλά και τα τρισδιάστατα μοντέλα που προκύπτουν⁸². Τα παραπάνω επιτρέπουν στους αρχαιολόγους και όχι μόνο την επιστροφή σε προηγούμενο στάδιο της ανασκαφής μέσω της εικονικής πραγματικότητας και της οθόνης του υπολογιστή. Με το πάτημα ενός κουμπιού μπορούν να προσθέσουν ή να αφαιρέσουν ένα στρώμα και έτσι να κάνουν πιο ακριβείς τις έρευνες και τις μελέτες τους. Επίσης, χάρη σε αυτές τις νέες μεθόδους μπορούν να περιστρέψουν, να μεγεθύνουν, ακόμη και να «σπάσουν» ένα αντικείμενο και να ανακαλύψουν σημαντικές πληροφορίες για αυτό.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί και μία από τις πιο γνωστές ανασκαφές, αυτή που λαμβάνει χώρα στο CatalHoyuk. Εκεί χρησιμοποιούνται οι παραπάνω τεχνικές και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το πρόγραμμα 3D-Digging, το οποίο αυτό που προσφέρει είναι ότι επιτρέπει να γίνονται διάφορες δοκιμές και προσπάθειες πολλών ανασκαφικών μεθόδων και τεχνολογιών, ώστε ως αποτέλεσμα να έχουν έναν συγκεκριμένο τρόπο συλλογής και επεξεργασίας των αρχαιολογικών δεδομένων που

⁸² Núñez et al., 2013

εξάγονται και τελικώς να δημιουργήσουν βάσεις δεδομένων όπου θα είναι όλα αποθηκευμένα⁸³. Τέλος κατάφεραν να πετύχουν την συλλογή και επεξεργασία αυτή και ενέταξαν τις νέες αυτές μεθόδους στην ανασκαφική πρακτική, με αποτέλεσμα την εξαγωγή ακριβέστατων δεδομένων και την ελάχιστη οικονομική επιβάρυνση στο έργο αυτό.

Τι εννοούμε όμως με τον όρο τρισδιάστατες απεικονίσεις και τι περιλαμβάνεται σε αυτές; Υπάρχουν δύο τύποι τρισδιάστατων απεικονίσεων οι οποίοι είναι: η εικονική πραγματικότητα και γραφικά των υπολογιστών, τα οποία ουσιαστικά αυτό που κάνουν είναι να προβάλλουν ή να αναπαριστούν ορισμένες αρχαιολογικές θέσεις ακόμη και αντικείμενα ή ευρήματα μέσω των υπολογιστών αλλά και ειδικών λογισμικών και προγραμμάτων. Φυσικά η μεταξύ τους διαφορά αφορά στην διάδραση με την εικονική πραγματικότητα. Για να πετύχει όμως η όσο γίνεται μεγαλύτερη διάδραση με την εικονική πραγματικότητα υπάρχουν και άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται από τον χρήστη και δεν αρκεί απλώς μια οθόνη υπολογιστή. Χρειάζονται ειδικά γυαλιά (πχ google glasses), όπως και απτικά γάντια ώστε να είναι δυνατή η χρήση εικονικού ποντικιού αλλά και άλλων μοχλών⁸⁴. Ένα παράδειγμα στα ελληνικά δεδομένα είναι το Ψηφιακό Κέντρο Αρχαιολογικής Πληροφόρησης στα Ανώγεια⁸⁵.

Με τον όρο ψηφιακή οπτικοποίηση ουσιαστικά εννοούμε την αποτύπωση των καταλοίπων -ευρημάτων όπως αυτά εντοπίστηκαν, ενώ με τον όρο ψηφιακή ανακατασκευή εννοούμε την αποκατάσταση ή την συμπλήρωση μέρους του ευρήματος το οποίο λείπει και έτσι με αυτή την διαδικασία δίνεται η δυνατότητα στους αρχαιολόγους να μελετήσουν καλύτερα, ακόμα και να πειραματιστούν με το μοντέλο που έχει δημιουργηθεί, καθώς έτσι έχουν καλύτερη οπτική του «προβλήματος». Έτσι, μπορεί να ειπωθεί ότι οι αρχαιολόγοι έχουν ένα «δυνατό χαρτί», το οποίο τους προσφέρει την ευκαιρία να ανασυνθέσουν το παρελθόν, χωρίς να χρειάζονται οι παραδοσιακοί τρόποι σχεδίασης και τεκμηρίωσης.

Ουσιαστικά αυτό πολύ προσφέρει η οπτικοποίηση στην αρχαιολογία, αλλά και σε άλλες επιστήμες είναι η επιστημονικότητα και η καλύτερη προώθηση των

⁸³Forte et al. 2015

⁸⁴Κουρτζέλλης 2008, 88.

⁸⁵<https://www.archaiologia.gr/blog/2015/11/04/%CF%88%CE%B7%CF%86%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C-%CE%BA%CE%AD%CE%BD%CF%84%CF%81%CE%BF-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86/>

γνώσεων και των πληροφοριών που έχουν προκύψει από την έρευνα⁸⁶. Η εικόνα λειτουργεί ως ένα ακόμη απτό επιχείρημα. Από την μια πλευρά μπορεί να πει κανείς ότι οι εικόνες αυτές διέπονται από αντικειμενικότητα καθώς είναι κάτι απτό, από την άλλη όμως υπάρχει και η άποψη ότι μπορεί να προωθεί κάτι συγκεκριμένο, αφού υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας και εστίασης σε συγκεκριμένη λεπτομέρεια⁸⁷. Επίσης, να σημειωθεί ότι τα νέα αυτά μέσα έχουν δώσει νέα τροπή στο θέμα της επικοινωνίας των νέων γνώσεων τόσο στους ειδικούς όσο και στους μη. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο μέρος και στην διαδικαστική αρχαιολογία η οποία «εκμεταλλεύτηκε» τα μέσα αυτά και τα χρησιμοποίησε για την διοχέτευση της γνώσης⁸⁸.

Αυτό που κάνουν τα μοντέλα 3d είναι να βοηθούν στην ερμηνεία των διαφόρων αρχαιολογικών και μη δεδομένων και σύμφωνα με την Νέα αρχαιολογία αποτελούν μια πιο απλή λύση στην πολυσχιδή πραγματικότητα, λειτουργώντας ως ερμηνευτικά εργαλεία⁸⁹. Έτσι τα μοντέλα αυτά έχουν εισαχθεί στην ανασκαφική καθημερινότητα βοηθώντας τους ειδικούς και ενισχύοντας τις μελέτες. Τα τρισδιάστατα μοντέλα παρατηρούμε πως χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της ανασκαφής (δημιουργία ακριβέστατου χάρτη της ανασκαφής) και των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε αυτή αλλά και των ιδίων των ευρημάτων που προκύπτουν από αυτή. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στα ευρήματα καταγράφεται ακριβώς η θέση τους, (γεωαναφορά), και δίνεται η ευκαιρία για νέες ερμηνευτικές υποθέσεις, καθώς πλέον ο μελετητής έχει καλύτερη εικόνα της κατάστασης και της ίδιου του ανασκαφικού περιβάλλοντος.

5.3 Η τρισδιάστατη τεχνολογία και τα οφέλη της τόσο στο εξειδικευμένο κοινό όσο και στους απλούς πολίτες, αλλά και μερικοί προβληματισμοί.

Χάρη λοιπόν στις τρισδιάστες απεικονίσεις και στα τρισδιάστατα μοντέλα, οι αρχαιολόγοι έχουν την δυνατότητα να ανατρέξουν ανά πάσα στιγμή στα αρχεία της ανασκαφής και να την μελετήσουν εις βάθος, δίνοντας τις δικές τους ερμηνείες⁹⁰. Ακόμη μπορούν να μελετήσουν συγκεκριμένα ευρήματα τα οποία πλέον

⁸⁶ VanDyke 2006, 370.

⁸⁷ Latour 1986, 2.

⁸⁸ Russell και Cochrane 2014.

⁸⁹ Lock 2002, 23

⁹⁰ Katz και Tokovinine 2017, 1

έχουν την δυνατότητα να τα εκτυπώσουν μέσω 3d εκτυπωτή πράγμα που σημαίνει την εις βάθος εξέτασή τους αφού έχουν στα χέρια τους το ακριβές μέγεθος και τις ακριβείς λεπτομέρειες του⁹¹. Η διαδικασία αυτή παλαιότερα ήταν χρονοβόρα και πολλές φορές σχεδόν αδύνατη, λόγω της αδυναμίας επαφής με τα ευρήματα για διάφορους λόγους.

Πλέον λοιπόν είναι ορατή η συνεισφορά των τεχνολογιών αυτών και σε άλλους τομείς εκτός, από αυτόν της έρευνας. Δίνεται η δυνατότητα στους αρχαιολόγους και μελετητές αν επικοινωνήσουν τα νέα δεδομένα πιο εύκολα και αποτελεσματικά όχι μόνο στο εξειδικευμένο κοινό αλλά και στους απλούς ανθρώπους που δεν ανήκουν σε αυτό. Παρατηρούμε ότι πλέον υπάρχει ενδιαφέρον από την μεριά των αρχαιολόγων να ενημερώσουν το μη ακαδημαϊκό κοινό για την πορεία της έρευνας, τα ευρήματα, κάτι που στο παρελθόν γινόταν αποκλειστικά μέσω των μουσείων. Συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ένα νέο εγχείρημα από τους αρχαιολόγους. Με το τέλος της ανασκαφής πολλές φορές η ανασκαφική ομάδα οργανώνει μια συζήτηση-διάλεξη που αφορά στις εργασίες που έλαβαν χώρα την περασμένη περίοδο, αλλά και στην παρουσίαση ορισμένων εντυπωσιακών και μη ευρημάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επαφή των ανθρώπων της τοπικής κοινωνίας αλλά και γενικότερα, με την αρχαιολογία και τις προσπάθειες που γίνονται από την ίδια και τους συνεργάτες της. Μειώνεται δηλαδή σταδιακά το φάσμα μεταξύ τοπικής κοινωνίας και αρχαιολογίας.

Βέβαια όπως σε πολλούς τομείς έτσι και εδώ υπάρχουν ορισμένοι προβληματισμοί που αφορούν στην χρήση αυτών των τεχνολογιών. Αρχικά, ένας βασικός προβληματισμός είναι ο χρόνος που χρειάζεται για την συλλογή των δεδομένων⁹². Στην αρχή φαινόταν ότι χρειαζόταν περισσότερος χρόνος για την καταγραφή των ευρημάτων και των διαδικασιών της ανασκαφής, αλλά όπως και κάθε νέο εγχείρημα, έτσι και αυτό χρειάζεται λίγο χρόνο ώστε να λειτουργήσει σωστά. Για να γίνει αυτό χρειάζεται φυσικά και το κατάλληλο προσωπικό, το οποίο πρέπει να έχει εξειδικευτεί επάνω στις μεθόδους αυτές και θα μπορεί χρησιμοποιεί τις γνώσεις που ήδη έχει σε συνδυασμό με τα αρχαιολογικά δεδομένα⁹³.

Επιπροσθέτως, ένας ακόμη προβληματισμός οφείλεται στα χρήματα που χρειάζονται για την αγορά ή και την ενοικίαση όλων αυτών των μηχανημάτων αλλά

⁹¹ De Reu et al. 2014.

⁹² De Reu et al, 2013.

⁹³ Tsiafakis και Michailidou 2014.

και την πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού, και αυτό γιατί είναι πολύ συγκεκριμένα τα χρήματα που δαπανώνται και συνήθως ο προϋπολογισμός δεν επιτρέπει περισσότερα έξοδα. Όμως, αυτός ο προβληματισμός φαίνεται ότι τα τελευταία χρόνια δεν είναι τόσο σημαντικός, καθώς και οι ίδιοι οι αρχαιολόγοι, οι οποίοι όμως θα πρέπει να έχουν και τις κατάλληλες γνώσεις, μπορούν με την βοήθεια των νέων μηχανημάτων να έχουν ένα καλό και αρκετά ακριβές αποτέλεσμα, για παράδειγμα μιας τρισδιάστατης αποτύπωσης.

Τέλος, ένα ακόμη πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι η ίδια η τρισδιάστατη αποτύπωση και το μοντέλο που προκύπτει. Όταν το μνημείο είναι αρκετά κατεστραμμένο, αυτό που προκύπτει είναι απλά η άποψη για το πως μπορεί να έμοιαζε. Για να γίνει σωστά αυτό, κύριο ρόλο θα πρέπει να κατέχει η επιστημονικότητα του αποτελέσματος και όχι φυσικά η αισθητική του. Αν γίνει αυτό τότε το αποτέλεσμα δεν είναι κατάλληλο για τον επιστημονικό τομέα. Επίσης, το αποτέλεσμα που προκύπτει θα πρέπει να αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα, όταν φυσικά είναι εφικτό αυτό, έχοντας ως βάση τα κατάλοιπα του μνημείου για παράδειγμα και όταν δεν είναι δυνατό και γίνεται ένας υποθετικός σχεδιασμός (αληθοφάνεια) θα πρέπει να στηρίζεται από τις βιβλιογραφικές πηγές και να συνοδεύεται γενικά από τεκμηρίωση με επιστημονικά μέσα. Αυτό δίνει το έμβασμα για την δημιουργία μιας κοινής μεθοδολογίας ώστε να είναι εφικτή η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου που θα διέπεται από επιστημονικότητα⁹⁴.

⁹⁴Watterson 2015, 127

Κεφάλαιο 6^ο: Η περίπτωση του Αμυκλαίου

6.1 Τοποθεσία του αρχαιολογικού χώρου

Ο αρχαιολογικός χώρος του Αμυκλαίου βρίσκεται στον λόφο της Αγίας Κυριακής, περίπου 5 χιλιόμετρα από το κέντρο της Σπάρτης και σε πολύ κοντινή απόσταση από τον οικισμό Αμύκλες- Σκλαβοχώρι. Πρόκειται, σύμφωνα με τις αρχαίες πηγές (Πολύβιος 5.19.3) για το σημαντικότερο κέντρο λατρείας των Λακεδαιμονίων. Η θέση του ιερού ταυτίστηκε με αυτή του λόφου έπειτα από την ανακάλυψη των ενσφράγιστων θραυσμάτων κεράμων στέγης με τις λέξεις Απόλλωνας και Αμυκλαίοι. Όμως η ακριβής θέση του οικισμού δεν είναι γνωστή.

Σε ποιο σημείο του λόφου βρισκόταν όμως το ιερό; Όπως αναφέρει ο Χρήστος Τσουντας στην Πρώιμη και Ύστερη εποχή του Χαλκού πιθανόν το ιερό να βρισκόταν στη νοτιοανατολική πλευρά του λόφου. Η τοποθεσία του ιερού αποτελείται από λοφίσκους οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί από τις αποθέσεις του ποταμού Ευρώτα και συνεπώς πρόκειται για αρκετά γόνιμα εδάφη, τα οποία χρησιμοποιούνται για αγροτικές εργασίες.

6.2 Οι χρονικές περίοδοι χρήσης του Αμυκλαίου

Με βάση τα ευρήματα που εντοπίστηκαν στον αρχαιολογικό χώρο, διακρίνονται επτά χρονολογικές φάσεις χρήσης της τοποθεσίας αυτής. Η πρώτη φάση (Αμύκλες Ι) τοποθετείται στην Ύστερη Πρωτοελλαδική περίοδο, με την παρουσία οικισμού στον λόφο. Τα παραπάνω επιβεβαιώνουν η μεγάλη ποσότητα Πρωτοελλαδικής ΙΙ κεραμικής αλλά και η εύρεση κυκλικών ορυγμάτων που χρησιμοποιούνταν για την τοποθέτηση πύλων, σε όλη την κορυφή του λόφου. Επίσης στον φυσικό βράχο υπάρχουν τομές οι οποίες υποδηλώνουν κατοίκηση της περιοχής του λόφου.

Στην επόμενη φάση (Αμυκλαίον Ι) ξεκινάει η χρήση του λόφου ως χώρου λατρείας από το τέλος της Υστεροελλαδικής ΙΙΙΓ (δηλαδή τέλη 13^{ου}-τέλη 11^{ου} αιώνα). Εντοπίστηκε μεγάλος αριθμός ειδωλίων και αναθημάτων αλλά και ρυτών για τις σπονδές που λάμβαναν χώρα στο ιερό προς τιμήν άγνωστης θεότητας. Όσον αφορά στα είδη των ειδωλίων που εντοπίστηκαν, υπάρχουν οι εξής τύποι: ζώομορφα ειδώλια, ειδώλια γυναικών τύπου Ψ αλλά και θραύσματα από τροχήλατα ειδώλιο με μορφές ζώων. Ο οικισμός αυτήν την περίοδο βρισκόταν στην τοποθεσία όπου βρίσκεται η σημερινή κοινότητα.

Κατά την επόμενη φάση (Αμυκλαίον II) (Πρωτογεωμετρική-Γεωμετρική εποχή 1050-700) συνεχίζεται η χρήση του χώρου για λατρευτικούς σκοπούς, με αύξηση της επισκεψιμότητας καθώς παρατηρείται μεγάλη ποσότητα κεραμικής αλλά και μετάλλινων αναθημάτων.

Γύρω στο 700 π.Χ. (Αμυκλαίον III), ξεκινάει και η πρώτη μνημειακή φάση του ιερού με την δημιουργία του γεωμετρικού περιβόλου αλλά και την ύπαρξη ενός κολοσσιαίου ανεικονικού ξόανου με μνημειακό βάθρο στα τέλη του 7^{ου} αιώνα. Η χρονολογική αυτή φάση έχει άμεση σχέση με τις νικητήριες μάζες των Σπαρτιατών στους μεσσηνιακούς πολέμους.

Στην συνέχεια, κατά την φάση Αμυκλαίου IV, λόγω της αυξημένης επισκεψιμότητας, στον χώρο κατασκευάζονται ο ναός του Απόλλωνα, ο λεγόμενος θρόνος, κυκλικός βαθμιδωτός βωμός και ένας νέος περίβολος με μία μνημειακή πόλη στην Βόρεια Πύλη. Εντοπίζεται σημαντικός αριθμός αρύβαλλων είτε με κάποια διακόσμηση είτε χωρίς, αλλά και χάλκινα αναθήματα και τμήματα ελεφαντοστέινων πλακιδίων.

Στην φάση του Αμυκλαίου V παρατηρούνται επεμβάσεις στον περίβολο, αρχιτεκτονικά μέλη και ίχνη ενός μεγάλου κτηρίου τα οποία δείχνουν κάποια οικοδομική δραστηριότητα κατά την περίοδο από τον 5^ο αιώνα π.Χ. έως και τον 5^ο αιώνα μ.Χ..

Κατά την προτελευταία φάση Αμυκλαίου VI λαμβάνει χώρα η καταστροφή των αρχαίων μνημείων και στην θέση τους κατασκευάζονται μια πρωτοχριστιανική βασιλική, ένα βαπτιστήριο αλλά και ταφικά οικοδομήματα. Για τα οικοδομήματα που μόλις αναφέρθηκαν χρησιμοποιήθηκαν υλικά από τον θρόνο του Απόλλωνος. Έπειτα τον 10^ο αιώνα κατασκευάστηκε ένας τρίκογχος ναός, εκεί όπου εδράζει σήμερα η Αγία Κυριακή.

Τέλος, κατά την τελευταία φάση του Αμυκλαίου VIII (1800 και μετά) στην κορυφή του λόφου βρίσκεται η εκκλησία της Αγίας Κυριακής.

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες μέχρι και την ύστερη αρχαιότητα επιβεβαιώνονται από αρχαίες γραπτές πηγές, με βασικότερες αυτές του Πausανία, του Αθηναίου, του Ηροδότου και του Πολυκράτη.

6.3 Ανασκαφικές έρευνες στο Αμυκλαίον και ανακαλύψεις

Η πρώτη ταύτιση του λόφου της Αγίας Κυριακής με το αρχαίο ιερό του Απόλλωνος έγινε από περιηγητές του 18^{ου} και πρώιμου 19^{ου} αιώνα με κύριους τους William Leake και Charles Lenormant, το 1805 Κι 1829 αντιστοίχως. Βέβαια η πρώτη αναγνώριση αρχιτεκτονικών λειψάνων του ιερού έγινε το 1878 από τον Adolf Furtwängler , αφού αναγνώρισε πως είχαν χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή της εκκλησίας που βρισκόταν στην κορυφή του λόφου.

Οι επίσημες έρευνες (ανασκαφές) έγιναν σε τρεις φάσεις. Η πρώτη με τον Χρήστο Τσούντα(1888/90), η δεύτερη με τον Ernst Fiechter (1904/07) έπειτα από εντολή της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας και αργότερα το 1925 από τον Γερμανικό Αρχαιολογικό ινστιτούτο και τον Ernst Buschor.

Την περίοδο κατά την οποία ανέσκαπτε ο Τσούντας μπορούμε να πούμε ότι στα κυριότερα ευρήματα του συμπεριλαμβάνονται ο περίβολος και τα κατάλοιπα ενός κυκλικού οικοδομήματος, τα οποία ισχυρίστηκε πως ήταν η βάση του θρόνου. Επίσης, ανακάλυψε αποθέτη με ποικίλα ευρήματα τα οποία χρονολογούνται στην εποχή του χαλκού και την Γεωμετρική εποχή.

Στην επόμενη ανασκαφική περίοδο οι εργασίες συνεχίστηκαν, όμως έγινε αντιληπτό ότι τα θεμέλια της κυκλικής κατασκευής που βρήκε ο Τσούντας δεν ήταν του θρόνου άλλα ενός κυκλικού βωμού. Ο Fiechter αποφάσισε να γκρεμίσει την εκκλησία της Αγίας Κυριακής καθώς ήταν πεπεισμένος ότι κάτω από αυτή βρισκόταν η τοποθεσία του θρόνου και πράγματι μετά την κατεδάφιση ανακαλύφθηκε το μοναδικό τμήμα του θρόνου το οποίο είναι ορατό. Επίσης βρέθηκαν και άλλα αρχιτεκτονικά μέλη , όπως για παράδειγμα τμήματα επιστυλίου, διακοσμητικές ταινίες, κιονόκρανα, σπόνδυλοι κίωνων κ.ά. και όλα τα παραπάνω ο Fiechter τα τοποθέτησε στο 6^ο αιώνα π.Χ. .

6.4 Παραδείγματα χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών στο Αμυκλαίο και στην έρευνα⁹⁵

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η καλύτερη μελέτη και η καταγραφή του αρχαιολογικού χώρου του Αμυκλαίου, τόσο των ορατών όσο και των θαμμένων ακόμη κτισμάτων αλλά και των ίδιων των ευρημάτων, τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει η χρήση διαφόρων ειδών ψηφιακών τεχνολογιών, οι οποίες έχουν δώσει σημαντικές πληροφορίες και αποτελέσματα στους μελετητές. Παρακάτω θα γίνει μια αναφορά σε μερικές από τις μεθόδους και τις χρήσεις που αυτές είχαν στην έρευνα.

Ξεκινώντας, θα γίνει αναφορά στις γεωδαιτικές τεχνικές και τις μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί τις χρονιές 2015 και 2017, για να προκύψει μια λεπτομερής και τρισδιάστατη τεκμηρίωση του πεδίου ανασκαφής στον λόφο όπου βρίσκεται το Αμυκλαίο. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής : το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (GNSS), η επίγεια σάρωση λέιζερ (TLS) και η φωτογράφιση με την χρήση drone. Στόχος της χρήσης των μεθόδων αυτών ήταν η διερεύνηση των περιοχών μέσα και έξω από τον περίβολο του ιερού, αλλά και η ακριβής αποτύπωση της ανασκαφής που λάμβανε χώρα την δεδομένη περίοδο. Ουσιαστικά η συγκεκριμένη διαδικασία χωρίζεται σε μερικές φάσεις. Η 1^η είναι η συλλογή των δεδομένων και η 2^η είναι η επεξεργασία αυτών.

Κατά την συλλογή των δεδομένων από τον χώρο της ανασκαφής, χρησιμοποιήθηκε σημαντικός αριθμός εργαλείων για την εξαγωγή φωτογραμμετρικών και δεδομένων από σαρωτή λέιζερ. Συγκεκριμένα έγινε χρήση ενός σαρωτή λέιζερ Leica 202 και δεκτών GNSS για την συλλογή δεδομένων και σημείων σκανάροντας όλη την περιοχή και τέλος χρησιμοποιήθηκε drone για την εξέταση όλου του χώρου, τα αποτελέσματα της οποίας θα ήταν χρήσιμα στην κατασκευή των τρισδιάστατων μοντέλων. Η τελευταία εξέταση του χώρου με drone έγινε με την χρήση ενός Quadcopter με μία κάμερα ενσωματωμένη σε αυτό.⁹⁶

Με πιο απλά λόγια το 2015, εξετάστηκε από τον Δρ. Λάζαρο Πολυμενάκο, (γεωλόγο-γεωφυσικό) η υπό απαλλοτρίωση περιοχή με την χρήση μαγνητικών και ηλεκτρικών τεχνικών με υπεδάφειο ραντάρ (G.P.R.) προκειμένου να χαρτογραφηθεί το υπέδαφος και να εντοπιστούν τυχόν αρχαία μνημεία σε αυτό, να υπολογισθεί το ακριβές βάθος στο οποίο βρίσκονται τα μνημεία θαμμένα και τέλος να ενταχθούν τα δεδομένα που προκύπτουν στο GIS. Τέλος, στο τέλος της διαδικασίας προέκυψαν

⁹⁵ <https://amyklaion.gr/gr/research/reports/>

⁹⁶ Paounis et al.2018.

χάρτες με συντεταγμένες πιθανόν θαμμένων κτισμάτων. Την ίδια χρονιά ολόκληρος ο χώρος αποτυπώθηκε με τρισδιάστατη σάρωση αλλά και laser scanner και γεωδαιτική μελέτη.

Το 2021 χρησιμοποιήθηκαν στον χώρο της ανασκαφής νέες τεχνολογίες όπως φωτογραμμετρία, χρήση ΣμηΕΑ, πολυφασματική φωτογράφιση-Multispectral UV και IR, ορθοφωτογράφιση με τοπογραφικά σημεία γεωαναφοράς, κ.ά. για την καλύτερη αποτύπωση και την συλλογή δεδομένων και πληροφοριών. Τέλος, όλα τα δεδομένα προστέθηκαν στην βάση του GIS του Αμυκλαίου.

Το 2022 κατά την διάρκεια των ερευνών έλαβαν χώρα πολλές νέες έρευνες. Αρχικά με την χρήση σάρωσης του εδάφους με δέσμη laser και την τεχνολογία LIDAR (Light Detection And Ranging) έγινε χαρτογράφηση των νέων εκτάσεων που εντάχθηκαν στον αρχαιολογικό χώρο. Στόχος αυτών των εργασιών ήταν η προσπάθεια εντοπισμού αρχιτεκτονικών τμημάτων, η καλύτερη προετοιμασία για την επόμενη ανασκαφική έρευνα αλλά και η δημιουργία τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου του εδάφους της γύρω περιοχής.

Επίσης έλαβαν χώρα και γεωφυσικές έρευνες με την χρήση διαφόρων μεθόδων, όπως μαγνητικές μετρήσεις, ραντάρ διείσδυσης στο έδαφος (GPR) και τομογραφία ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης (ERT)⁹⁷. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών ήταν παρόμοια. Έδειξαν ότι υπάρχουν συγκεντρώσεις ισχυρού μαγνητικού υλικού, οι οποίες μπορεί να δείχνουν την ύπαρξη αρχιτεκτονικών καταλοίπων και δομών. Για τις μετρήσεις GPR χρησιμοποιήθηκε κεραία διπλής συχνότητας (300/800 MHz) με ένα σύστημα εντοπισμού θέσης RTK GPS, ενώ για την ERT ένας μετρητής ειδικής αντίστασης πολλαπλών ηλεκτροδίων 48 καναλιών (όργανα IRIS).

Χάρη στην μέθοδο της φωτογραμμετρίας σε συνδυασμό με την τρισδιάστατη αποτύπωση τύπου Lidar, κατέστη δυνατή η απόδοση του αναγλύφου του εδάφους και η δημιουργία ψηφιακού μοντέλου υψηλής ανάλυσης. Η σάρωση του χώρου με Lidar έγινε με τη βοήθεια συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (τετρακόπτερο ΣμηΕΑ: DJI, Matrice 300 RTK), ενώ η φωτογραμμετρική αποτύπωση έγινε με φωτογραφική μηχανή υψηλής ανάλυσης Zenmuse-P1. Τα δεδομένα που προέκυψαν από την σάρωση με Lidar επεξεργάστηκαν μέσω του ArcGIS Pro Τέλος, για την καλύτερη αποτύπωση του χώρου, ο ίδιος σχεδιάστηκε και αποτυπώθηκε μέσω

⁹⁷ <https://amyklaion.gr/gr/research/reports/142/>

καινοτόμων τεχνολογιών (π.χ. (χρήση ΣμηΕΑ, φωτογραμμετρίας και ορθοφωτογράφισης με τοπογραφικά σημεία γεωαναφοράς, και του σχετικού λογισμικού Agisoft Metashape).

Συμπεράσματα

Η αρχαιολογία με το πέρασμα του χρόνου, μέσα στους αιώνες, κατάφερε να εξελιχθεί σταδιακά αλλά σταθερά. Από το πλαίσιο του τυχοδιωκτισμού, η αρχαιολογία με την χρήση νέων τεχνικών, το «πάντρεμα» με τις θετικές επιστήμες αλλά και χάρη στα διαφορά ρεύματα της (πχ Νέα αρχαιολογία)., μεταμορφώθηκε σε επιστήμη με θεωρητικό αλλά και πρακτικό υπόβαθρο. Επίσης σημαντικό ρόλο στα παραπάνω, κατέχει και η αλλαγή οπτικής προς την πολιτιστική κληρονομιά και στην πραγματική αναγνώρισή της μέσα από τις διάφορες συμβάσεις και την δημιουργία οργανισμών προστασίας, καταγραφής και διατήρησής της.

Αυτό όμως που έκανε την αρχαιολογία να αρχίσει να αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς ήταν η χρήση των διαφόρων τεχνολογιών, από το 1960 και έπειτα καθώς την επηρέασαν από τις απλές εργασίες δηλαδή την καταγραφή ευρημάτων, αποθήκευση κ.ά. , μέχρι και στο ανασκαφικό κομμάτι , αφού πλέον η διαδικασία της ανασκαφής κατάφερε να γίνει αναστρέψιμη χάρη στην προσφορά των τρισδιάστατων αποτυπώσεων και όχι μόνο. Συγκεκριμένα, η χρήση υπολογιστικών συστημάτων (βάσεις δεδομένων, συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών), οι μέθοδοι καταγραφής δεδομένων (π.χ. σάρωση με λέιζερ, φωτογραμμετρία) αλλά και οι γεωφυσικές έρευνες και η δημιουργία 3d μοντέλων είναι μερικές από αυτές τις τεχνολογίες και τεχνικές που αναβάθμισαν και βοήθησαν τον τομέα της αρχαιολογίας.

Όσα λοιπόν αναφέρθηκαν παραπάνω και πιο αναλυτικά μέσα στην εργασία έχουν ως αποτέλεσμα την ανάδειξη και του ίδιου του αρχαιολόγου, καθώς πλέον χάρη σε αυτή την εξέλιξη έχει περισσότερες δυνατότητες στην μελέτη και στην έρευνα των ευρημάτων αφού μπορεί ανά πάσα στιγμή και σε οποιοδήποτε χώρο να τα αναζητήσει και να τα μελετήσει σε βάθος. Με τις βασικές γνώσεις πάνω στο θέμα της χρήσης ψηφιακών τεχνολογιών οι αρχαιολόγοι γίνονται πιο αυτόνομοι όσον αφορά στην χρήση των μηχανημάτων αυτών, καθώς με τις απαραίτητες γνώσεις μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν επαρκώς χωρίς απαραίτητα την άμεση βοήθεια κάποιου άλλου ειδικού, διαδικασία που οδηγεί και στην μείωση του κόστους που αφορά στην πρόσληψη προσωπικού.

Από την άλλη πλευρά, αν δεν έχει αυτές τις γνώσεις και υπάρχουν μέθοδοι όπου χρειάζεται να υπάρχει ειδικά εξειδικευμένο προσωπικό, όπως στην περίπτωση της μαγνητικής επισκόπησης ή άλλων μεθόδων, τότε ο ίδιος αρχαιολόγος είναι υπεύθυνος ώστε να δημιουργήσει μια καταρτισμένη ομάδα ειδικών που θα

εργάζονται συλλογικά. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι με την εξέλιξη του τομέα της αρχαιολογίας χρειάζεται επιμόρφωση των αρχαιολόγων και παρουσίαση των νέων δυνατοτήτων που τους προσφέρονται είτε μέσω σεμιναρίων, είτε μέσω μεταπτυχιακών.

Τέλος σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη και ανάδειξη της αρχαιολογίας κατέχει η οπτικοποίηση όλων αυτών των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τις παραπάνω μεθόδους, καθώς μέσω αυτής γίνεται δυνατή η κατανόηση και διαχείρισή τους. Η οπτικοποίηση αυτή ουσιαστικά προσφέρει την επιστημονικότητα που χρειάζεται, αλλά και προωθεί τις γνώσεις και τις πληροφορίες.

Συνοψίζοντας, η χρήση όλων αυτών των ψηφιακών και τρισδιάστατων τεχνολογιών έχει βοηθήσει στην εξέλιξη της επιστήμης της αρχαιολογίας, καθώς πλέον πολλές από τις εργασίες γίνονται πολύ πιο εύκολα, γρηγορότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η μελέτη των αποτελεσμάτων γίνεται καλύτερα, σε γρηγορότερους ρυθμούς και με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, αφού ο μελετητής-ερευνητής μέσω του υπολογιστή έχει στην διάθεση του όλες τις οπτικές, τις λεπτομέρειες και τα χαρακτηριστικά του μνημείου, του αρχαιολογικού χώρου ακόμη και των ίδιων των αρχαιολογικών ευρημάτων που τον ενδιαφέρουν. Επίσης τα αρχαιολογικά δεδομένα που προκύπτουν από την έρευνα αποθηκεύονται και επεξεργάζονται ευκολότερα και τέλος ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι η καλύτερη και ευκολότερη κατανόηση των δεδομένων αυτών, τόσο από το εξειδικευμένο προσωπικό, όσο και από τους απλούς πολίτες και τις τοπικές κοινωνίες (νέα τάση των αρχαιολόγων να μοιράζονται τα νέα δεδομένα που προκύπτουν από την ανασκαφική έρευνα, η οποία βοηθάει ενεργά στην μείωση του φάσματος που υπάρχει μεταξύ του απλού κοινού και της αρχαιολογίας), χάρη στην οπτικοποίηση τους και την τρισδιάστατη αποτύπωσή τους.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Aitken, M.J. 1974: *Physics and Archaeology*. Second edition. Clarendon Press, Oxford

Al-Ruzouq, Rami, 2012: *Photogrammetry for Archaeological Documentation and Cultural Heritage Conservation στο Special Applications of Photogrammetry*, Daniel Carneiro Da Silva (ed).

Baltsavias, E. 1999: « A comparison between photogrammetry and laser scanning», *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 54 ,83–94.

Barcelo, J.A. Pallares, M. 1996: «A critique of GIS in Archaeology», *Visual seduction to Spatial Analysis, Archeologia e Calcolatori* No. 6.

Bevan, A. 2012: «Spatial methods for analyzing large scale artefact inventories. », *Antiquity* 86 (332): 492-506.

Benavides López, J.A, Aranda Jiménez, G. Sánchez Romero, M. Alarcón García, E. Fernández Martín, S. Lozano Medina, A. and Esquivel Guerrero, J.A.2016: « 3D modelling in archaeology: The application of Structure from Motion methods to the study of the megalithic necropolis of Panoria», *Journal of Archaeological Science: Reports*, Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.022>

Cardarelli, E, Fishanger, F και Piro, S., 2005. Geophysical methods to detect buried structures for archaeological prospecting στο *Near Surface*. M. J. Aitken(ed): *Physics and archaeology*. Second edition. Oxford: Clarendon Press, 1974.

Conolly, J. Lake, M., 2006. *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge University Press, New York.

Condorelli, F. and J. Bonetto, 2022: «3D Digitalization and Visualisation of Archaeological Artifacts With the use of photogrammetry and virtual reality system»,

The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLVIII-2/W1-2022 7th International Workshop Low-cost 3D – Sensors, Algorithms, Applications, 15–16 December 2022, Würzburg, Germany, 51-57.

Costa, S. Beck, A. Bevan, A. Ogden, J. 2012: «Defining and advocating open data in archaeology», Proceedings of the 40th Conference in Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Southampton, United Kingdom, 26-30 March 2012, 449-456.

Cowgill, G.L., 1967: *Computer applications in archaeology. Computers and the Humanities* 2(1) 17-23. The journal Science and Archaeology.

Cappellini V. και Hemsley J. (Eds.), EVA 2004: Conference of Electronic Imaging and the Visual Arts, Florence

De Reu, J., G. Plets, G. Verhoeven, P. De Smedt, M. Bats, B. Cherrette, W. De Maeyer, J. Deconynck, D. Herremans, P. Laloo, M. Van Meirvenne, and W. De Clercq. 2013: *Towards a Three-Dimensional Cost-Effective Registration of the Archaeological Heritage*. Journal of Archaeological Science 40:1108-1121.

De Reu, J., P. De Smedt, D. Herremans, M. Van Meirvenne, P. Laloo, and W. De Clercq. 2014: *On Introducing an Image-based 3D Reconstruction Method στο Archaeological Excavation Practice*. Journal of Archaeological Science 41:251-262.

Forte, M., Dell'Unto N., Issavi J., Onsurez L., και Lercari N., 2012: *3D Archaeology at Çatalhöyük*. International Journal of Heritage in the Digital Era 1:351–78.

Forte, M., Dell'Unto, N., Jonsson, K. and Lercari, N. 2015: *Interpretation Process at Çatalhöyük using 3D* στο 20th Annual Meeting of the European Association of archaeologists (EAA2014), 10-14 September 2014, Istanbul, Turkey.

Georgopoulos, A. και Stathopoulou E.K.,2017: *Data Acquisition for 3D Geometric Recording: State of the Art and Recent Innovations* στο Heritage and Archaeology in the Digital Age, Springer,5-9.

Hatzopoulos, J. Stefanakis, D. Georgopoulos, A. Tapinaki, S. Volonakis, P. Liritzis, I. 2017: « Use of Various Surveying Technologies to 3d digital mapping and modelling of cultural heritage structures for maintenance and restoration purposes: the tholos in Delphi, Greece», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 17 No 3, 311-336.

Hodder, Ian, and Scott Hutson. 2002: *Reading the past: current approaches to interpretation in archaeology*. Cambridge [England]: Cambridge University Press,20-21.

Holscher, T., 2005: «Κλασική Αρχαιολογία - Βασικές Γνώσεις», University Studio Press, Θεσσαλονίκη,34-37.

Howland, M.D. Kuester, F. and Levy, T.E. 2014: «Photogrammetry in the field: Documenting, recording, and presenting archaeology», *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 14, No 4, pp. 101-108.

Hugget, J. 2014: «Challenging Digital Archaeology», *Open Archaeology* 2015: 1: 79–85.

Ioannides M. et al. (eds.), 2017: “*Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*”, Springer,11-18.

Ioannides, M.et al. (Eds.), “Image-Based Low-Cost Systems for Automatic 3D Recording and Modelling of Archaeological Finds and Objects” *Lecture Notes in Computer Science* (LNCS), Volume 7616, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 1-10.

Katz, J. καιTokovinine, A., 2017: *The past, now showing in 3D: An introduction* στο Recent Digital Applications στο Archaeology and Cultural Heritage Articles, 1-3.

Koutsoudis, A., Vidmar, B., Ioannakis, G., Arnaoutoglou, F., Pavlidis, G., Chamzas, C., 2014: «multi-image 3D reconstruction data evaluation». *Journal of Cultural Heritage*, 15(1): 73-79.

Krueger M., 1983: *Artificial Reality*, London, Addison-Wesley.

Llobera, M., 2011. *Archaeological Visualization: Towards an Archaeological Information Science (AISC)*. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 18. 193-223.

Landeschi, G. 2019: «Rethinking GIS, three-dimensionality and space perception in archaeology», *World Archaeology*, 51:1, 17-32,
DOI: 10.1080/00438243.2018.1463171

Lock, G. 2003: *Using Computers in Archaeology. Towards virtual pasts*, London, Routledge.

López, B., Jiménez, A., G., Romero, S., García, L.E., Martín, F., S., Águeda, L., Jose, E. 2016: *3D modelling in archaeology: The application of Structure from Motion methods to the study of the megalithic necropolis of Panoria* (Granada, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*. 10. 495-506.

Lucas G., 2001: *Critical Approaches to Fieldwork: Contemporary and Historical Archaeological Practice*, Routledge.

Marble D. F., 1990: *The Potential Methodological Impact of Geographic Information Systems on the Social Sciences* στο Allen K. M. S., Green S. W. και Zubrow E. B. W. (Eds.), *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. 9-21. London: Taylor and Francis, 12.

McGlone, J. C., Mikhail, E. M. and Bethel, J., 2004: *Manual of Photogrammetry. Fifth edition*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland, USA.

Morgan, C. and S. Eve 2012: «DIY and digital archaeology: what are you doing to participate? » *World Archaeology*, 44:4, 521-537,
DOI: 10.1080/00438243.2012.741810

Moscatti P.,2016: *Jean-Claude Gardin and the Evolution of Archaeological Computing*, *Les nouvelles de l'archéologie*, 144,10-13.

Núñez, A., Buill, F. and Edo, M. 2013: *3D model of the Can Sadurní cave. Journal of archaeological Science*, 40, 12, 4420-4428.

Orengo, H.A. 2015: «Open-Source GIS and Geospatial Software in Archaeology: Towards their Integration into Everyday Archaeological Practice», in Andrew T. Wilson and B. Edwards(eds), *Open-Source Archaeology: Ethics and Practice*, De Gruyter, 64-82.

Pagounis, V. Vlizon, S. Tsakiri, M. Sonmez, C. Boyoglu and Demir, N. 2018: « The Use of Geodetic Techniques in the Documentation of an Archaeological Excavation Site», *FIG Congress 2018 Embracing our smart world where the continents connect: enhancing the geospatial maturity of societies Istanbul, Turkey, May 6–11, 2018*,

Pavlidis G., Koutsoudis A., Arnaoutoglou F., Tsioukas V. και Chamzas C., 2007: *Methods for 3D digitization of Cultural Heritage*, *Journal of Cultural Heritage*, Volume 8, Issue 1, 93-98.

Peuramaki-Brown, Meaghan M.; Morton, Shawn G.; Seitsonen, Oula; Sims, Chris; and Blaine, Dave 2020 GRAND CHALLENGE No. 3: DIGITAL ARCHAEOLOGY Technology-Enabled Learning in Archaeology. *Journal of Archaeology and Education* 4 Available at: <https://digitalcommons.library.umaine.edu/jae/vol4/iss3/4>

Renfrew, C. και P. Bahn 2013: «*Αρχαιολογία. Θεωρίες, Μεθοδολογία και πρακτικές εφαρμογές*», Ινστιτούτο του βιβλίου-Α. Καρδαμίτσα, Αθήνα, 65-67

Richards, J. D. 1998: *Recent trends in computer applications in archaeology. Journal of archaeological research*, 6(4), 331-382.

Russell, I. A. και Cochrane, A. 2014: *Art and Archaeology: Collaborations, Conversations, Criticisms*, New York: Springer

Sarris, A. και D. Sylviane., 2014. GIS for Archaeology και Cultural Resources Management in Greece. Quo Vadis? Proceedings of the 3rd Conference Arch_RNT on Archaeological Research and New Technologies., 31-39.

Sarris, A., Papadopoulos, N., Dederix, S, Monahan, S., 2015: *Χαρτογραφική Αποτύπωση του Προϊστορικού Οικισμού στο Παλαμάρι Σκύρου μέσω Γεωφυσικών Τεχνικών στο Παρλαμά κ.α., Ο Οχυρωμένος Προϊστορικός Οικισμός στο Παλαμάρι Σκύρου*, 167-188.

Sarris, Apostolos, Manataki, Meropi, Driessen, Jan και Déderix, Sylviane.,2017: *Revealing the structural details of the minoan settlement of Sissi, eastern Crete, through geophysical investigations*, 12th International Conference of Archaeological Prospection, Bradford, 206-208.

Schnapp A., 1993: *Η κατάκτηση του παρελθόντος. Οι απαρχές της Αρχαιολογίας*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Παρίσι, 337.

Scianna, A., και Villa, B.,2012: *GIS applications in archaeology*. ARCHEOLOGIA E CALCOLATORI, N. 22, 337-363.

Shott, M. 2014: «Digitizing archaeology: a subtle revolution in analysis», *World Archaeology*, 46:1, 1-9, DOI: 10.1080/00438243.2013.879046

Tsiafaki, D. 2012: “The contribution of new technologies in archaeology: goals and issues”, in N. Zaxarias (eds), *2^ο Συμπόσιο Arch-Rnt, Αρχαιολογική έρευνα και νέες τεχνολογίες*, Οκτώβριος 2012, Καλαμάτα,93-98.

Tsiafakis D.και Michailidou, N.,2014: *The use of 3D in Archaeology: Advantages and Disadvantages* στο 20th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists (EAA). Istanbul.

Tsiafakis D., Tsirliganis N., Pavlidis G., Evangelidis V. και Chamzas C., 2004: *Karabournaki Recording the Past: The Digitization of an Archaeological Site* στο.

Trigger, Bruce G., 2005: *Μια ιστορία της αρχαιολογικής σκέψης*, , Cambridge University Press, 382.

Van Dyke, R.M., 2006: *Seeing the past: visual media in archaeology*, *American Anthropologist*, 370-75.

Verhagen, P. 2023: «Biting off more than we can chew? The current and future role of digital techniques in landscape archaeology», στο S.J. Kluiving and E.B. Guttman-Bond (επιμ. εκδ.), *Landscape Archaeology between Art and Science*, Amsterdam University Press, Amsterdam.

<https://www.jstor.org/stable/j.ctt6wp79m.25>

Vital, R., Sylaiou, S., Digital survey: How it can change the way we perceive and understand heritage sites, *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* (2022), doi: <https://doi.org/10.1016/j.daach.2022.e00212>.

Wagner GA (ed), 2007: *Einführung in die Archäometrie*. Springer, Berlin Heidelberg.

Watterson, A., 2015: *Beyond Digital Dwelling: Re-thinking Interpretive Visualisation in Archaeology*. *Open Archaeology*, 127.

Wheatley, D. και Gillings, M., 2002: *Spatial Technology and Archaeology: The Archaeological Applications of GIS*. Taylor και Francis, London

Wilcock, J.D., 1973: *A general survey of Computer Applications in Archaeology*, CAA, Stratford: George Street Press, 17-21.

Γεωργόπουλος Α. και Μπαλοδήμος Δ., 2007: *Σύγχρονες Τεχνολογίες στη Γεωμετρική Τεκμηρίωση Μνημείων*, Παρουσίαση για τα 170 χρόνια του Πολυτεχνείου Ε.Μ.Π.

Κουκουζέλη, Α., *Μέθοδοι ανεύρεσης και χρονολόγησης της αρχαιολογικής μαρτυρίας*, στο Κουκουζέλη, Αλ., Μανακίδου, Ε., Σμπόνιας, Κ., 2003: *Αρχαιολογία στον Ελληνικό Χώρο – Τόμος Α΄*, Πάτρα, ΕΑΠ.

Κουρτζέλλης Ι., 2008: *Εικονική αρχαιολογία και η συμβολή των τρισδιάστατων γραφικών στην αρχαιολογική έρευνα*, *Αρχαιολογία και Τέχνες*, τ.109, σ.87-94.

Λιανός Ν., 2013: *Η χρήση της τρισδιάστατης ψηφιακής μεθοδολογίας, στη μελέτη, προστασία και ανάδειξη μνημείων και ιστορικών συνόλων.*, 2ο Συνέδριο Ιστορίας Δομικών Κατασκευών, Ξάνθη 5-7 Δεκεμβρίου 2014

Λυριτζής, Ι., 1994: *Αρχαιομετρία. Μέθοδοι χρονολόγησης στην αρχαιολογία*, εκδόσεις Καρδαμίτσα, Αθήνα

Μαλλούχου Tufano, Φ., 2016: *Προστασία και Διαχείριση Μνημείων*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/6466>

Μπιτσάνη Π.Ε., 2004: *Πολιτισμική διαχείριση και Περιφερειακή Ανάπτυξη: σχεδιασμός πολιτιστικής πολιτικής και πολιτιστικού προϊόντος*, Διόνικος, Αθήνα, 36.

Πατιάς Π., 1991: *Εισαγωγή στην Φωτογραμμετρία*, Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Πατιάς Π., 2009: *Φωτογραμμετρία και τεκμηρίωση αρχαιολογικών χώρων και ευρημάτων με απλά λόγια*. Ανάσκαμμα 02.

Σταμπολίδης Ν.Χ., 2004: *Ελεύθερα Πόλη – Ακρόπολη – Νεκρόπολη*, κατάλογος έκθεσης, Αθήνα.

Τιβέριος Μ., Μανακίδου Ε., Τσιαφάκη Δ., 1999: Ανασκαφικές έρευνες στο Καραμπουρνάκι κατά το 1999. Ο αρχαίος οικισμός, Αρχαιολογικό Έργο Μακεδονίας Θράκης 13

Τιβέριος, Μ. 2010: *Εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην Αρχαιολογία*, Ανάσκαμμα 04.

Χάρτα της Βενετίας :

<https://opencourses.ionio.gr/modules/document/file.php/SAET107/%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CF%84%CE%B7%CF%82%20%CE%92%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%84%CE%AF%CE%B1%CF%82.doc>

