



Ημερίδα Αρχαιομετρίας 2022

«Η εφαρμογή των Φυσικών Επιστημών στη μελέτη αρχαιολογικού – πολιτισμικού υλικού»

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ

Ν. Ζαχαριάς Χρώμα και φως στην αρχαιολογική έρευνα: αρχαιολογικό γυαλί και απόλυτες χρονολογήσεις με φωταύγεια.

Οι αρχαιομετρικές μελέτες των δεκαετιών του '80 και '90 έθεσαν τις βάσεις στις μελέτες των υλικών καταλοίπων, συγκεκριμένα στην κατεύθυνση των απόλυτων χρονολογήσεων, του χαρακτηρισμού, της τεχνολογίας κατασκευής και προέλευσής τους. Το πέρασμα στον 21^ο αιώνα χαρακτηρίστηκε από την αυξημένη ακρίβεια των αναλύσεων, την έμφαση στην φορητότητα και τις μη-καταστροφικές προσεγγίσεις, αλλά κυρίως την διεπιστημονικότητα στις προσεγγίσεις, με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων στην αρχαιολογική και ιστορική έρευνα (αρχαιολόγοι, επιμελητές συλλογών, αρχαιομέτρες, συντηρητές και μηχανικοί όλων των ειδικοτήτων).

Η διάλεξη διαμορφώνεται σε δυο θεματικές. Του Χρώματος, μέσα από μια σύντομη επισκόπηση προγραμμάτων που αφορούν ολοκληρωμένες αναλυτικές προσεγγίσεις σε συλλογές υαλωδών αντικειμένων από περιοχές της χώρας που καλύπτουν όλες τις βασικές χρονολογικές περιόδους, όπως την ΎστεροΜυκηναϊκή, την Κλασική - Ελληνιστική, τη Ρωμαϊκή, τη Βυζαντινή και την Οθωμανική περίοδο. Του Φωτός, μέσα από μια περιήγηση σε προγράμματα απόλυτων χρονολογήσεων με την τεχνική της φωταύγειας σε αρχαιολογικά και γεωαρχαιολογικά υλικά.

Έμφαση θα δοθεί σε νέες τεχνολογικές προσεγγίσεις και στην κατεύθυνση της ενσωμάτωσης και συναξιολόγησης των αναλυτικών αποτελεσμάτων αναφορικά με τον χώρο και τα συνευρήματα αλλά και με στόχο την επανάχρηση, ανάδειξη και ψηφιακή προβολή τους.



Β. Μέλφος Προσδιορισμός της πηγής προέλευσης του μαρμάρου για την κατασκευή μνημείων κατά την αρχαιότητα.

Το μάρμαρο είναι ένα από τα λίγα πετρώματα που χρησιμοποιήθηκαν σε πλήθος εφαρμογών κατά την αρχαιότητα, τόσο ως δομικό υλικό όσο και στη γλυπτική. Σύμφωνα με τη νομοθεσία, όταν κατά τη διάρκεια των έργων συντήρησης ενός μνημείου είναι απαραίτητη η προσθήκη αρχιτεκτονικών μελών, αυτά θα πρέπει να προέρχονται από τις ίδιες πηγές, ώστε να μην αλλοιωθεί η αυθεντικότητα του μνημείου. Με βάση τα παραπάνω, ο προσδιορισμός της προέλευσης των πρώτων υλών που χρησιμοποιήθηκαν σε μνημεία ή γλυπτά και που έχουν κατασκευαστεί από μάρμαρο, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο στο πεδίο της συντήρησης και της αποκατάστασής τους. Η υπόδειξη του αρχαίου λατομείου από το οποίο έχει προέλθει το μάρμαρο θεωρείται απαραίτητη, ώστε τα τμήματα που λείπουν ή έχουν καταστραφεί, να συμπληρωθούν από το ίδιο πέτρωμα και να μην παρατηρούνται αισθητικές αστοχίες που προσβάλουν το μνημείο. Με την εφαρμογή γεωλογικών-γεωχημικών μεθόδων καθορίζεται η ορυκτολογική σύσταση και ο ιστός του πετρώματος, καθώς και η ισοτοπική σύστασή του. Χρησιμοποιώντας εκτεταμένες βάσεις δεδομένων από τα αρχαία λατομεία μπορούμε να προσδιορίσουμε με μεγάλη ακρίβεια την προέλευση των πρώτων υλών. Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι η μικροσκοπική μελέτη, η ακτινογραφική εξέταση XRD και ο προσδιορισμός σταθερών ισοτόπων C-O.

Χ. Κατσίφας, Α. Τουλουμτζίδου, Γ. Α. Ζαχαριάδης Προσδιορισμός χημικής σύστασης μετάλλινων τεχνουργημάτων με συνδυαστική εφαρμογή μη επεμβατικών και δειγματοληπτικών αναλυτικών τεχνικών.

Οι μη καταστρεπτικές αναλυτικές τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στον τομέα της αρχαιομετρίας και ειδικά στον προσδιορισμό της χημικής σύστασης αρχαίων μετάλλινων τεχνουργημάτων. Διαθέτουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως τη δυνατότητα λήψης πολλαπλών μετρήσεων, την πολυστοιχειακότητα, το χαμηλό κόστος ανάλυσης και τη δυνατότητα φορητότητας. Παρουσιάζουν όμως και μειονεκτήματα όπως την επιφανειακή λήψη μέτρησης και την αδυναμία ανίχνευσης χημικών στοιχείων με χαμηλό ατομικό αριθμό. Τα τελευταία αντιμετωπίζονται, τις περισσότερες φορές, με τη συμπληρωματική εφαρμογή δειγματοληπτικών τεχνικών.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συνδυαστική εφαρμογή μιας μη δειγματοληπτικής αναλυτικής τεχνικής, της φασματοσκοπίας μικρό-φθορισμού ακτίνων Χ ενεργειακής διασποράς (micro-EDXRF) με μια δειγματοληπτική τεχνική, τη φασματοσκοπία ατομικής



εκπομπής επαγωγικά συζευγμένου πλάσματος (ICP-AES), στη μελέτη της τεχνολογίας κατασκευής μετάλλινων ανασκαφικών αγγείων. Η διάταξη micro-EDXRF ανοικτής δέσμης, που χρησιμοποιείται, καθιστά την τεχνική μη επεμβατική παρέχοντας σημαντικά πλεονεκτήματα με κυριότερο τη δυνατότητα λήψης πολλαπλών μετρήσεων από όλα, σχεδόν, τα τμήματα ενός αγγείου. Η λήψη αναλυτικών πληροφοριών συμπληρώνεται από την εφαρμογή της ICP-AES η οποία είναι γνωστή για την υψηλή ακρίβεια, την ευαισθησία και την επιλεκτικότητά της. Σε αντίθεση με τη φασματοσκοπία EDXRF, η αναλυτική πληροφορία προέρχεται από όλη την μάζα του δείγματος και όχι μόνο από την επιφάνειά του. Η εφαρμογή της όμως προϋποθέτει δειγματοληψία και διαλυτοποίηση, διαδικασίες μη επιθυμητές σε πολύτιμα και σπάνια υλικά όπως οι αρχαιότητες.

B. Παναγιωτίδη Αρχαιολογική και γεωαρχαιολογική έρευνα με χρήση εναέριων μέσων και με εφαρμογές των νέων τεχνολογιών.

Η χρήση των νέων τεχνολογιών αποτελεί απαραίτητο εργαλείο στην αρχαιολογική έρευνα. Η εξέλιξη των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) τα καθιστά οικονομικότερα και πιο ευέλικτα ενώ οι αυξανόμενες δυνατότητες φέροντος φορτίου επιτρέπουν διαφορετικές εφαρμογές. Με τη χρήση ΣμηΕΑ και φορτίου (payload) φωτογραφικής μηχανής υλοποιήθηκαν σειρά φωτογραφήσεων για την αποτύπωση αρχαιολογικών χώρων. Οι φωτογραφίες με την κατάλληλη επεξεργασία και γεωαναφορά τους έχουν σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη και χαμηλού κόστους δημιουργία πλήθους ψηφιακών προϊόντων για τη χωρική ανάλυση και μελέτη του αρχαιολογικού τοπίου όπως Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (Digital Elevation Models -DEM), ορθομωσαϊκών (orthomosaics), κ.ο.κ.

Η τεχνολογία των αποτυπώσεων εμπλουτίζεται πλέον με τη χρήση τρισδιάστατων επίγειων και εναέριων σαρωτών. Τα ΣμηΕΑ νέας τεχνολογίας έχουν τη δυνατότητα ανάρτησης σαρωτών λέιζερ τύπου LiDAR (Light Detection and Ranging) που εισαγάγουν ένα νέο εργαλείο στην αρχαιολογική έρευνα. Με σημαντικά παραδείγματα εφαρμογής σε δυσπρόσιτα περιβάλλοντα όπως δασικές εκτάσεις η χρήση LiDAR αποκαλύπτει υλικά ενδιαφέροντος με την ταξινόμηση του νέφους σημείων που καταγράφει κατά τη σάρωση. Έτσι, τα σημεία καταγραφής διαχωρίζονται και είναι δυνατός ο χαρακτηρισμός του εδάφους και η εμφάνιση μόνο της επιφάνειας συμπεριλαμβανομένων δομών ή ιχνών στην επιφάνεια.

Στο πλαίσιο της διάλεξης θα δοθεί έμφαση στις μελέτες περίπτωσης αρχαιολογικών χώρων στην Πελοπόννησο και τη Μακεδονία μέσω σύνθετης προσέγγισης με την εφαρμογή φωτογράφισης (φωτογραμμετρίας) και σάρωσης με λέιζερ τύπου LiDAR.



Μ. Στεφανίδου Η συμβολή της μικροσκοπίας στη μελέτη των κονιαμάτων.

Η μικροσκοπική ανάλυση είναι πολύτιμη σε πολλές εφαρμογές για την κατανόηση, την ανάπτυξη και βελτίωση ενός υλικού για τον ποιοτικό και ποσοτικό του έλεγχο και την αξιολόγηση της απόδοσής του. Κάτω από ένα ευρύ φάσμα μεγέθυνσης, σημαντικές πληροφορίες μπορούν να αποκαλυφθούν και να διαφωτίσουν την επίδραση της μικροδομής στις μακρο-ιδιότητες. Ιδιαίτερα για τη «μαλακή» φύση των ασβεστοκονιαμάτων, οι πληροφορίες σχετικά με το πορώδες, τη γεωμετρία και τη θέση των πόρων και των ρωγμών καθώς και τη μορφή και σύσταση της κρυσταλλικής μήτρας και τα χαρακτηριστικά των αδρανών είναι σημαντικές για την διαχρονικότητά τους. Η ανάλυση μικροδομής που πραγματοποιήθηκε σε ιστορικά κονιάματα αποκαλύπτει ότι η ανάμειξη καλής ποιότητας ασβέστη με δραστική φυσική ποζολάνη σχημάτισε ένα ισχυρό συνδετικό σύστημα αποτελούμενο από μικρόκοκκους, καλά συνδεδεμένους. Η διεπιφάνεια κονιάς-αδρανών έχει ισχυρό ρόλο στην συμπεριφορά των κονιαμάτων, ενώ η σύσταση, το σχήμα, το μέγεθος, η αναλογία και η μορφολογία των αδρανών επίσης καταγράφεται με όρους ποιοτικούς και ποσοτικούς. Η μικροσκοπία αποτέλεσε πολύτιμο εργαλείο για τους ερευνητές προκειμένου να ανιχνεύσουν την κατάσταση της δομής, την παθολογία και να αναπτύξουν συμβατά αλλά ταυτόχρονα βελτιωμένα κονιάματα για εργασίες αποκατάστασης.

Στ. Κονοπίση, Ε. Τσαρδάκα, Μ. Λουκμά, Μ. Στεφανίδου Η παρουσία των υδατοδιαλυτών αλάτων σε ιστορικά κονιάματα.

Η υψηλή συγκέντρωση και η κρυστάλλωση των αλάτων στη μικροδομή των δομικών υλικών των ιστορικών κτιρίων αποτελεί κύριο φθοροποιό παράγοντα, κατά τη διάρκεια των αιώνων. Η παρουσία των αλάτων εξαρτάται από τη φύση των υλικών, από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες έκθεσης του μνημείου και τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ως γνωστό, κονιάματα με βάση κυρίως τον ασβέστη, που έχουν χρησιμοποιηθεί στις ιστορικές κατασκευές, παρουσιάζουν καλή ανάπτυξη αντοχής, με υψηλό ρυθμό εξάτμισης και χαμηλή συγκράτηση των υδατοδιαλυτών αλάτων λόγω της πορώδους δομής τους. Μέσω της ενόργανης τεχνικής της Ιοντικής Χρωματογραφίας, IC, προσδιορίζεται και καταγράφεται ποιοτικά και ποσοτικά η παρουσία των διαλυτών αλάτων (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) στη δομή του κονιάματος και αξιολογείται σε σχέση με τις φυσικομηχανικές ιδιότητές του.

Στην παρούσα μελέτη, αναλύθηκαν περίπου 50 υδραυλικά κονιάματα και επιχρίσματα από μνημεία της Οθωμανικής περιόδου αστικού και περιαστικού-αγροτικού περιβάλλοντος. Στα δείγματα αυτά έγινε ποσοτικός προσδιορισμός των περιεχόμενων αλάτων. Τα υλικά - με βάση τις κονίες που είναι κυρίως ασβέστης και ποζολάνη σε διαφορετικές αναλογίες - κατέδειξαν



επίσης αξιόλογη ανάπτυξη αντοχής παρά τη συσώρευση σημαντικού φορτίου υδατοδιαλυτών αλάτων στα κενά της δομής τους.

Ε. Παυλίδου Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (ΗΜΣ) – εφαρμογές σε έργα πολιτιστικής κληρονομιάς.

Ο όρος μικροσκοπία αναφέρεται στις τεχνικές μέσω των οποίων τα υλικά μπορούν να προβληθούν σε κατάλληλη κλίμακα για εξέταση. Η εικόνα σχηματίζεται με άμεση απεικόνιση για την οπτική μικροσκοπία και ηλεκτρονική επεξεργασία των παραχθέντων αλληλεπιδράσεων της δέσμης των ηλεκτρονίων με το δείγμα, για την ηλεκτρονική μικροσκοπία. Τα πεδία έρευνας που ενσωματώνουν μικροσκοπία πολλαπλασιάστηκαν και αυτές οι τεχνικές έχουν εξελιχθεί, παρέχοντας πολύτιμες και σε πολλές περιπτώσεις μοναδικές πληροφορίες. Η μικροσκοπία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μία μη ή μικρό-καταστρεπτική μέθοδος ανάλυσης, δεδομένου ότι απαιτείται ένα πολύ μικρό δείγμα. Το μέγεθος του δείγματος μπορεί να είναι από μερικά νανόμετρα ως δύο εκατοστόμετρα, αντιπροσωπευτικό του δείγματος είτε από την ιδιαίτερη υπό εξέταση περιοχή και ακολουθούν τα στάδια προετοιμασίας για να καταστεί ικανό για παρατήρηση.

Παρουσιάζονται αποτελέσματα της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης από τη μελέτη του τρούλου της Ροτόντας στη Θεσσαλονίκη, κατά την διερεύνηση πολυ-φασικής εικόνας τοιχογραφίας. Επίσης μελέτη που έγινε σε τοιχογραφίες και κεραμικά σε τάφους της Βεργίνας καθώς και από τη μεταβυζαντινή εικόνα του Αγίου Νικολάου σε δερμάτινο υπόστρωμα.



ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ
ΜΟΥΣΕΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΣΗΓΗΤΩΝ

Καθ. Γεώργιος Α. Ζαχαριάδης, τμήμα Χημείας ΑΠΘ.

Καθ. Νικόλαος Ζαχαριάς,, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας & Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Παν. Πελοποννήσου.

Δρ Χρήστος Κατσιφας, ΑΜΘ.

Δρ Σταυρούλα Κονοπίση, τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ.

Δρ Μαρία Λουκμά, ΑΜΘ.

Καθ. Βασίλειος Μέλφος, τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ.

Δρ Βάγια Παναγιωτίδη, Τμήμα Ιστορίας, Αρχαιολογίας & Διαχείρισης Πολιτισμικών Αγαθών, Παν. Πελοποννήσου.

Καθ. Ελένη Παυλίδου, τμήμα Φυσικής ΑΠΘ.

Καθ. Μαρία Στεφανίδου, τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ.

Δρ Ανναρέτα Τουλουμτζίδου, ΑΜΘ.

Ειρήνη Τσαρδάκα (MSc), τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ.