

Διερεύνηση με μοριακές αναλύσεις της χρήσης
θερμικών κατασκευών κατά τη Νεολιθική εποχή:
η περίπτωση του Κλείτου 1, Κοζάνης
(βορειοδυτική Μακεδονία)

Μαρία Ρούμπου^{i,ii}, Εβίτα Καλογηροπούλουⁱ

& Χριστίνα Ζιώταⁱⁱⁱ

*Abstract_ Maria Roumpou, Evita Kaloghiropoulou & Christina Ziota |
Investigation by Molecular Analysis of the Use of Thermal Structures During
the Neolithic Period: The Case of Kleitos 1, Kozani (Western Macedonia)*

This study aims at a better understanding of the use and role of thermal structures through the analysis of organic remains, focusing on two adjacent outdoor spaces (West of Building A and in the Central Area) in the flat-extensive settlement of the Late Neolithic period Kleitos 1, Kozani, in northwestern Greece. It is anticipated that the implementation of molecular analytical tools and the experimentation with material remains that have not been often the focus of analogous projects will contribute to the exploration of the potential of residue analysis and will generate valuable data on the use of thermal structures. By doing so, significant information will be added to the existing knowledge on the use of outdoor public spaces in order to reveal their complexity, variability and multifunctionality. It is the first time that the analysis of organic residues has been tested in thermal structures in Greece. Despite the application of different protocols for the extraction of the organic fraction, the results of the organic residue analyses on the selected clay structures were relatively poor. Nevertheless, it is noted that experimentation in the use of molecular approaches in this class of materials has demonstrated the potential and limitations of the use of molecular approaches in other open material culture remains beyond ceramics. The analytical data from the samples from Kleitos 1 seem to support the preservation of remains of plant origin. They should, however, be interpreted with caution. We could on the basis of the data, suggest a possible differentiation in the use of the site at the Neolithic settlement of Kleitos 1, Kozani, into domestic and possible workshop production areas.

ⁱ Τμήμα Ιστορίας & Αρχαιολογίας, Φιλοσοφική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο, Κρήτη.

ⁱⁱ Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής & Λείζερ, Εργαστήριο Φωτονικής στην Πολιτιστική Κληρονομιά, Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας, Ηράκλειο, Κρήτη.

ⁱⁱⁱ Εφορεία Αρχαιοτήτων Φλώρινας, Υπουργείο Πολιτισμού, Ελλάδα.

Πλαίσιο και στόχοι της έρευνας

Η ΑΝΑΛΥΣΗ οργανικών καταλοίπων σε αρχαιολογικά ευρήματα, κυρίως κεραμικά αγγεία, γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχοντας προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τη χρήση των φυσικών πόρων από τους ανθρώπους στο παρελθόν (Roffet-Salque κ.ά. 2017). Ο όρος «οργανικά κατάλοιπα» έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει ένα μεγάλο φάσμα υπολειμμάτων ουσιών που απαντώνται στη φύση, καθώς επίσης και πολύπλοκα μίγματα συστατικών βιολογικής προέλευσης. Τα οργανικά κατάλοιπα δεν διαθέτουν μορφολογικά χαρακτηριστικά που θα επέτρεπαν την ασφαλή κατάταξη και αναγνώρισή τους μακροσκοπικά ή μικροσκοπικά και είναι απαραίτητη η εφαρμογή αναλυτικών χημικών τεχνικών για τον χαρακτηρισμό τους (Heron & Evershed 1993). Τρεις βασικές κατηγορίες οργανικών καταλοίπων έχουν βρεθεί να διασώζονται σε αρχαιολογικό υλικό: (α) ως περιεχόμενο σκευών που διατηρούνται *in situ*, αν και έχει παρατηρηθεί σε σπάνιες περιπτώσεις, (β) ως ορατά κατάλοιπα στην εσωτερική ή/και στην εξωτερική επιφάνεια των αγγείων, που επίσης απαντώνται σπάνια, και (γ) ως αόρατα κατάλοιπα που έχουν προσροφηθεί στα τοιχώματα πήλινων κατασκευών (κυρίως αγγείων) που είναι και η κατηγορία υπολειμμάτων που συναντώνται πιο συχνά.

Η αλματώδης εξέλιξη των διαθέσιμων μοριακών τεχνικών έχει προσφέρει ένα πολύτιμο εργαλείο στη διερεύνηση μιας σειράς καταλοίπων όλων των κατηγοριών, σε συσχέτιση με σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα στην αρχαιολογία, στα οποία περιλαμβάνεται η αποθήκευση (Margomenou & Roumprou 2011, Romanus κ.ά. 2009), αλλά και η παρασκευή και κατανάλωση τροφής (Evans κ.ά. 2023, Robson κ.ά. 2019), το εμπόριο (Pecci κ.ά. 2021, Steele & Stern 2017), ταφικές και τελετουργικές πρακτικές (Roumprou & Tsafou 2023, Baeten κ.ά. 2014). Στον ελλαδικό χώρο, η ανάλυση οργανικών καταλοίπων σε κεραμικά σκεύη έχει χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη μελέτη της διατροφής και των φυσικών πόρων με έμφαση στις αρχαιολογικές τους προεκτάσεις (Regert κ.ά. 2001, Roumprou κ.ά. 2007, Dimitrakoudi κ.ά. 2011, Roumprou & Tsafou 2023). Ωστόσο, δεν παρατηρείται αντίστοιχη αξιοποίηση των εργαλείων που προσφέρει η μοριακή αρχαιολογία στη διερεύνηση της χρήσης άλλων κατασκευών από πηλό ή διαφορετικά υλικά που δύνανται να προσροφήσουν υπολείμματα, τα οποία μπορεί να σχετίζονται με την επεξεργασία, παρασκευή και κατανάλωση τροφής, αλλά και με τη βιοτεχνική δραστηριότητα σε αρχαιολογικές θέσεις της νοτιοανατολικής Μεσογείου.

Η παρούσα μελέτη¹ στοχεύει στην καλύτερη κατανόηση της χρήσης και του ρόλου των θερμικών κατασκευών (εφεξής “TS” από τη φράση Thermal Structures) σε εξωτερικούς χώρους μέσω της ανάλυσης οργανικών υπολειμμάτων, εστιάζοντας στην Α΄ Φάση του επίπεδου εκτεταμένου οικισμού

¹ Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με χρηματοδότηση του Ελληνικού Ιδρύματος Έρευνας και



Εικόνα 1 : Χάρτης της Ελλάδας με την τοποθεσία της θέσης Κλείτος 1, Κοζάνης, βορειοδυτική Ελλάδα. (Σχέδιο: Δρ. J. Donati.)

Κλείτος 1, Κοζάνης, στη βορειοδυτική Ελλάδα, ο οποίος χρονολογείται στη Νεότερη Νεολιθική περίοδο (Εικόνα 1). Στη θέση έχει καταγραφεί μεγάλη συσσώρευση θερμικών πηλοκατασκευών. Στόχος μας είναι να συμβάλουμε αφενός στον πειραματισμό με μια κατηγορία υλικών που δεν έχει συχνά αποτελέσει αντικείμενο μελέτης για την παραγωγή δεδομένων σχετικά με τη χρήση των θερμικών κατασκευών, και αφετέρου να προσθέσουμε στην υπάρχουσα γνώση σχετικά με τη χρήση των υπαίθριων δημόσιων χώρων και να διερευνήσουμε την πολυπλοκότητα, τη μεταβλητότητα και την πολυλειτουργικότητά τους.

Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) υπό την ‘2η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση Μεταδιδακτορικών Ερευνητών/τριών’ (Αριθμός Προγράμματος: 00229), στο πλαίσιο του προγράμματος “*Beyond Oikos: outdoor spaces, daily life and sociality in Neolithic Greece*” (BONDS).

Οι Εικόνες 1 και 2 υλοποιήθηκαν από τον Δρ. Jamie Donati στο πλαίσιο των εργασιών που πραγματοποίησε ως Επιστημονικός Συνεργάτης του ερευνητικού προγράμματος BONDS.

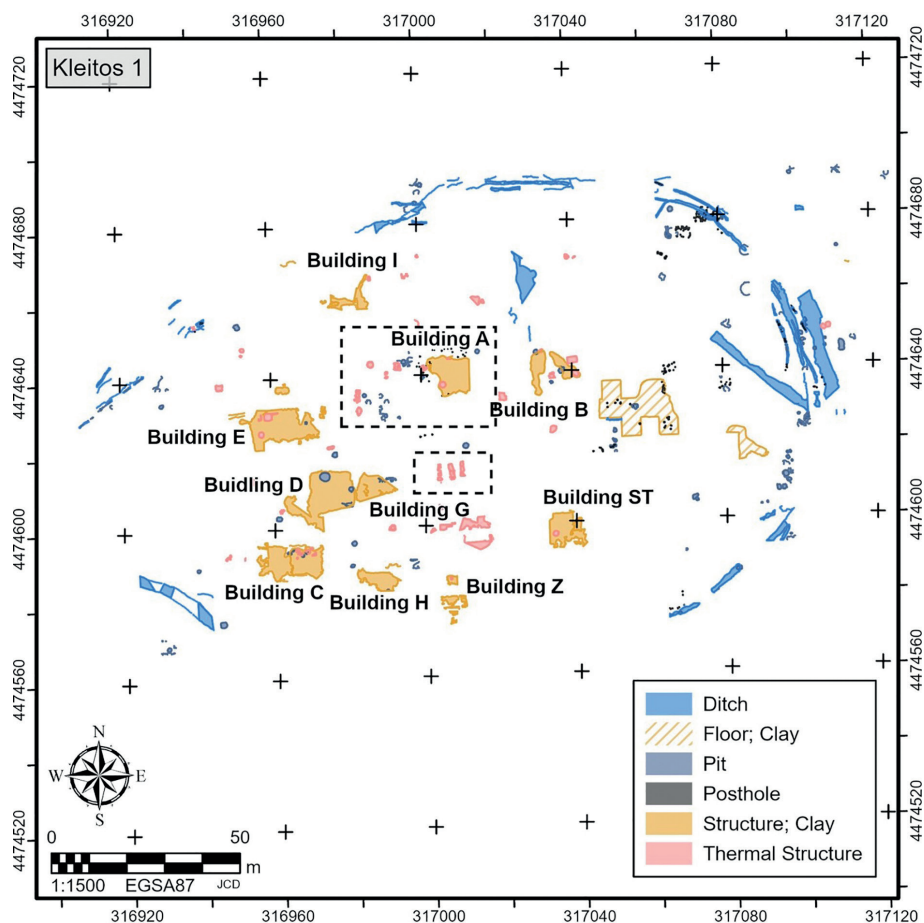
Οι συγγραφείς επιθυμούν να ευχαριστήσουν τη Διευθύντρια της Εφορείας Αρχαιοτήτων Κοζάνης, Δρ. Αρετή Χονδρογιάννη, την αρχαιολόγο κυρία Χαρά Στυλιανάκου, και τον εξειδικευμένο τεχνίτη κύριο Δημήτρη Λεονταρίδη για την βοήθεια που παρείχαν σε πλείστες περιστάσεις, σε τεχνικό και πρακτικό επίπεδο.

1. Επιλογή δειγμάτων και μεθοδολογική προσέγγιση

Η ανασκαφή στη νεολιθική θέση του Κλείτου 1 στην Κοζάνη ξεκίνησε το 2008 και ολοκληρώθηκε το 2010. Πρόκειται για ένα ανασκαφικό έργο μεγάλης κλίμακας και μία από τις μεγαλύτερες σε έκταση σωστικές ανασκαφές που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα, που έφερε στο φως μεγάλο όγκο υλικών καταλοίπων (Ζιώτα 2011, 2014, Kalogiropoulou & Ziota 2021, Kalogiropoulou κ.ά. 2023, Kalogiropoulou κ.ά. υπό εκτύπωση). Ο χώρος ανασκάφηκε πλήρως, καταγράφηκε προσεκτικά και τελικά καταστράφηκε για την εξόρυξη λιγνίτη, ενώ τα αρχαιολογικά κατάλοιπα αφαιρέθηκαν, και αποθηκεύτηκαν για μελλοντικές αναλύσεις και μελέτη. Ωστόσο, η απομάκρυνση του αρχαιολογικού υλικού από τον χώρο περιόρισε τις δυνατότητες για επιστημονικές αναλύσεις και σήμαινε ότι η στρατηγική δειγματοληψίας έπρεπε να προσαρμοστεί, ώστε να εγγυάται τα καλύτερα αποτελέσματα με βάση τα διατηρημένα διαθέσιμα δεδομένα.

Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται σε δύο παρακείμενους υπαίθριους χώρους, που βρίσκονται στη δυτική περιοχή του οικισμού: τον χώρο που αναπτύσσεται στα δυτικά του Κτηρίου Α, υποδεικνύοντας καθημερινές οικιακές και πιθανές βιοτεχνικές πρακτικές, και τον λεγόμενο Κεντρικό Χώρο, ο οποίος διατάσσεται μακριά από τα κτίρια, παίρνοντας τη μορφή συμπλέγματος τριών παράλληλων σειρών πήλινων κατασκευών (Εικόνα 2). Οι δύο χώροι επιλέχθηκαν μέσα στο πλαίσιο της διερεύνησης των εξωτερικών χώρων, των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που αυτοί παρουσιάζουν και του ρόλου τους στην ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής, λαμβάνοντας υπόψη, παράλληλα, την υψηλή συγκέντρωση πηλοκατασκευών σε αυτούς. Η ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής στην καθημερινότητα μπορεί να επιτευχθεί και μέσα από την διάδραση και το μοίρασμα οικιακών και μαγειρικών πρακτικών που πραγματοποιούνταν στους εξωτερικούς, και ίσως κοινόχρηστους, χώρους: μαγειρικές παραδόσεις, πρώτες ύλες, εξοπλισμός, τεχνολογία του μαγειρέματος. Για την ανάλυση των υπολειμμάτων, συλλέχθηκαν 25 δείγματα από τα δάπεδα των κατασκευών, τις επιφάνειες κάτω από τα δάπεδα, τα πλευρικά τοιχώματα και το ανώτερο τμήμα τεσσάρων από τις πέντε κατασκευές του Κεντρικού Χώρου, καθώς και οκτώ από τις εννέα κατασκευές δυτικά του Κτηρίου Α. Για λόγους συγκριτικής μελέτης των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν και δείγματα από τρεις κατασκευές από το εσωτερικό του Κτηρίου Γ (Εικόνα 2, Building C). Στόχος ήταν η κατανόηση των πιθανών διαφορών μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών εγκαταστάσεων και η καλύτερη αξιολόγηση τυχόν προβλημάτων μόλυνσης (Πίνακας 1).

Η ανάλυση τέτοιων δομών για την ανίχνευση και ταυτοποίηση οργανικών καταλοίπων δεν αποτελεί κοινή πρακτική και, ως εκ τούτου, η συμβολή από τη βιβλιογραφία για τα κατάλληλα μεθοδολογικά βήματα είναι σχετικά περιορισμένη και χρειάζεται προσαρμογή στα διαθέσιμα ανά περίπτωση δείγματα. Τα πρωτόκολλα που ακολουθήθηκαν στην παρούσα μελέτη για την εκχύλιση οργανικών υπολειμμάτων βασίστηκαν σε καθιερωμένα πρωτόκολλα για την



Εικόνα 2 : Κάτοψη του νεολιθικού οικισμού Κλείτος 1, Κοζάνης, Ελλάδα.
Σημειώνονται οι δύο περιοχές μελέτης. (Σχέδιο: Δρ. J. Donati.)

εξαγωγή του οργανικού κλάσματος από κεραμικά δοχεία. Παρά τις διαφορές μεταξύ των θερμικών κατασκευών και των κεραμικών αγγείων, συνάφειες ενδέχεται να παρατηρηθούν όσον αφορά την διατήρηση των λιπιδίων, γεγονός που θα επέτρεπε κατά συνέπεια την προσαρμογή των διαδικασιών εκχύλισης (Kedrowski κ.ά. 2009).

Για την ανάκτηση των οργανικών υπολειμμάτων που πιθανώς να προσροφήθηκαν στις πηλοκατασκευές, από κάθε δείγμα ελήφθη ποσότητα 5 g η οποία κονιορτοποιήθηκε και συλλέχθηκε σε γυάλινα φιαλίδια. Τα λιπίδια εκχυλίστηκαν σύμφωνα με το εργαστηριακό πρωτόκολλο που υιοθετήθηκε από τους Charters κ.ά. 1995.² Στην προσπάθεια βελτιστοποίησης της διαδι-

² Κάθε δείγμα εκχυλίστηκε με τη βοήθεια λουτρού υπερήχων σε 10 ml διαλύματος διχλωρομεθανίου - μεθανόλης (2:1 v/v) και αφαιρέθηκε το υπερκείμενο, μετά τη φυγοκέντρηση των

κασίας εκχύλισης των λιπιδίων, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με αλκάλια.³ Δείγματα από τη θερμική κατασκευή TS 74 έδειξαν σταθερά σημαντική περιεκτικότητα σε στερόλες χρησιμοποιώντας και τα δύο πρωτόκολλα εκχύλισης που περιγράφηκαν. Ένα πρόσθετο πρωτόκολλο (ακολουθώντας τους Koutrotsios κ.ά. 2017) που στόχευε στην απομόνωση στερολών κρίθηκε απαραίτητο, δεδομένης της ευαισθησίας αυτής της κατηγορίας ενώσεων στις διεργασίες αλλοίωσης, για την επιβεβαίωση της παρουσίας τους στα δείγματα. Τα ολικά λιπιδικά εκχυλίσματα (TLEs) παραγωγοποιήθηκαν με *N,O*-bis(trimethylsilyl) trifluoroacetamide (BSTFA), με περιεκτικότητα 1% v/v σε trimethylchlorosilane (TMCS) για αποτελεσματικότερη χρωματογραφική ανάλυση. Η χρωματογραφική ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας, Βιοχημείας και Φυσικοχημείας Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης Διαιτολογίας–Διατροφής (Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο).⁴

2. Αποτελέσματα αναλύσεων: συζήτηση και αρχαιολογικές προεκτάσεις

Παρατηρείται έντονη επιμόλυνση από πλαστικοποιητές στα περισσότερα δείγματα (βλ. Πίνακα 1) και αυτό μπορεί επίσης να ευθύνεται για τη χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια που παρατηρήθηκε σε πολλά από αυτά. Είναι προφανές ότι οι συνθήκες αποθήκευσης και οι διαδικασίες συντήρησης των τμημάτων των πηλοκατασκευών που αφαιρέθηκαν από τη θέση, επηρέασαν σημαντικά τη διατήρηση και τον χαρακτηρισμό καταλοίπων στις υπό εξέταση κατασκευές. Επιπλέον, τα υπολείμματα θα μπορούσαν να σχετίζονται περισσότερο με τα υλικά κατασκευής και λιγότερο με τη χρήση των κατασκευών, στις περιπτώσεις που υπήρχαν πρόσθετα οργανικής προέλευσης και χαμηλές θερμοκρασίες όπτησης. Ωστόσο, οργανικά κατάλοιπα βρέθηκαν να διατηρούνται σε θερμικές κατασκευές που φέρουν διαφορετικά μορφολογικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες και συνεπώς είναι πιθανότερο να υποδηλώνουν υπολείμματα περιστατικών χρήσης, διαφορετικά θα είχαν παρατηρηθεί σε συγκεκριμένους τύπους κατασκευών. Συγκεκριμένα, οργανικό περιεχόμενο υπήρχε στα δείγματα που παρασκευάστηκαν από τις TS 28 και TS 69, στις οποίες δεν ανιχνεύονται ίχνη καύσης και άρα δεν τεκμηριώνονται πειραματικά περιστατικά με υψηλές θερμοκρασίες όπτησης και επίσης δεν περιέχουν πρόσθετα φυτικής προέλευσης. Οργανικά υπολείμματα παρατηρήθη-

δειγμάτων (2500 rpm. για 15 λεπτά). Η διαδικασία επαναλήφθηκε δύο φορές και η περίσσεια διαλύτη απομακρύνθηκε με αέριο άζωτο.

³ Η διαδικασία στοχεύει στη διάσπαση σε απλούστερα χημικά συστατικά ενώσεων μεγάλου μοριακού βάρους και αδιάλυτων ενώσεων (REGERT κ.ά. 1998).

⁴ Το GC/MS πραγματοποιήθηκε σε αεριοχρωματογράφο Hewlett Packard 6890 series II συνδεδεμένο με έναν ανιχνευτή επιλογής μάζας 5972. Το φέρον αέριο ήταν ήλιο. Η θερμοκρασία του φούρνου διατηρήθηκε στους 50 °C για 2 λεπτά μετά την εισαγωγή του δείγματος (splitless injection), που στη συνέχεια αυξήθηκε με ρυθμό 10 °C ανά λεπτό για να φτάσει σε μέγιστη θερμοκρασία 340 °C, όπου και διατηρήθηκε για 14 λεπτά.

καν από την άλλη πλευρά και στα δείγματα από τις TS 14, TS 41 και TS 74, όπου παρατηρήθηκαν πρόσθετα φυτικής προέλευσης, αλλά οι θερμοκρασίες έφτασαν τους 850 °C (Kalogiropoulou κ.ά. υπό εκτύπωση), ενώ απουσιάζουν από την TS 33, όπου παρατηρήθηκαν επίσης πρόσθετα φυτικής προέλευσης.

Κατάλοιπα διατηρούνται συνολικά σε έξι θερμικές κατασκευές (TS 14, TS 28, TS 27, TS 69, TS 74 και TS 41), όπου εντοπίστηκε ένα μάλλον περιορισμένο εύρος κατηγοριών ενώσεων, που περιλαμβάνουν κυρίως λιπαρά οξέα και φυτικές στερόλες. Η συμβολή από οργανική ύλη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο ή που έχει προσροφηθεί τόσο κατά την διάρκεια της απόθεσης όσο και μετα-αποθετικά δεν μπορεί να αποκλειστεί (Lejay κ.ά. 2016, Lucquin 2016). Επομένως, τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, ιδίως σε αυτή την περίπτωση που απουσιάζουν «δείγματα ελέγχου», δηλαδή δείγματα χώματος που δεν σχετίζονται με τις πληροκατασκευές. Δεν είναι δυνατή η διάκριση μεταξύ των καταλοίπων που σώζονται στις κατασκευές που βρίσκονται σε εξωτερικούς χώρους και των θερμικών κατασκευών στα κτίρια, αν και φαίνεται σημαντικότερη η διατήρηση των καταλοίπων στις πλήινες κατασκευές που ανακαλύφθηκαν στον Κεντρικό Χώρο. Αυτό ενδεχομένως υποδεικνύει μια διαφοροποίηση μεταξύ ιδιωτικής και συλλογικής χρήσης των εγκαταστάσεων.

Κορεσμένα ελεύθερα λιπαρά οξέα ανιχνεύθηκαν σε όλα τα δείγματα διατηρώντας υπολείμματα, φέροντα μεταξύ 14 και 28 ατόμων άνθρακα, με κυρίαρχο το παλμιτικό και το στεατικό οξύ. Εντοπίστηκαν επίσης λιπαρά οξέα περιττού αριθμού άνθρακα (κυρίως με 9, 15 και 17 άτομα άνθρακα), καθώς και μονοακόρεστα αντίστοιχα που φέρουν 16 και 18 άτομα άνθρακα. Τα ζωικά λίπη και τα φυτικά έλαια στα αρχαιολογικά δείγματα είναι απίθανο να διατηρήσουν την αρχική τους σύσταση λόγω αλλοιώσεων που προκαλούνται κατά τη χρήση και την απόθεση, γεγονός που με τη σειρά του εμποδίζει τον χαρακτηρισμό του αρχικού προϊόντος σε αρχαιολογικά δείγματα. Στα ζωικά λίπη που επιβιώνουν σε αρχαιολογικά δείγματα, η υδρόλυση των εστερικών δεσμών των ακυλογλυκεριδίων έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση ελεύθερων καρβοξυλικών οξέων και κυρίως στεατικού οξέος (Evershed 1992, Chow 2007).

Τα δεδομένα των αναλύσεων από τα δείγματα του Κλείτου φαίνεται να υποστηρίζουν την διατήρηση καταλοίπων φυτικής προέλευσης (χαρακτηριστικά αναφέρεται η χαμηλή συγκέντρωση κορεσμένων οξέων, κυρίως παλμιτικού και στεατικού), αν και στις περισσότερες περιπτώσεις οι ενώσεις που ανιχνεύθηκαν είναι ευρέως διαδεδομένες και μπορούν να προέρχονται εξίσου από φυτικά ή ζωικά προϊόντα. Η επεξεργασία του φυτικού υλικού υποδεικνύεται επίσης από την ανίχνευση μιας σειράς φυτοστερολών και σε ορισμένες περιπτώσεις των προϊόντων οξείδωσής τους. Ταυτοποιήθηκε η κύρια φυτική στερόλη β-σιτοστερόλη, καθώς και η καμπεστερόλη και η στιγμαστερόλη. Δεν μπορεί να αποκλειστεί η μόλυνση από το περιβάλλον ταφής, αν και δεν υπάρχουν φυτικές στερόλες στα τυφλά δείγματα και δεν ανιχνεύονται στα δείγμα-

Πίνακας 1. Κατάλογος δειγμάτων από τις θερμικές κατασκευές που μελετήθηκαν για την ανίχνευση και ταυτοποίηση οργανικών καταλοίπων (ΟΡΑ)

ID	Δείγματα ΟΡΑ	Ταυτοποίηση καταλοίπων	Ανάθεση ΟΡΑ
Κεντρικός Χώρος			
TS40	KLT19 (επιφάνεια εργασίας)	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
TS41	KLT11 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, αλκοόλες, σιτοστερόλη, καμπεστερόλη, χοληστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση ή μείγμα φυτικών και ζωικών λιπιδίων
TS69	KLT21 (επιφάνεια εργασίας)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, σιτοστερόλη, καμπεστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
TS74	KLT12 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, αλκοόλες, σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
	KLT18 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (χαμηλή συγκέντρωση), στιγμαστερόλη, σιτοστερόλη, καμπεστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
	KLT22 (πλευρικά τοιχώματα)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, MAG's, DAG's, χοληστερόλη, σιτοστερόλη, στιγμαστερόλη (& προϊόντα οξείδωσης στερολών)	Πιθανή φυτική προέλευση ή μείγμα φυτικών και ζωικών λιπιδίων
Χώρος Δυτικά του Κτηρίου Α			
TS14	KLT2 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, στιγμαστερόλη, σιτοστερόλη, καμπεστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
	KLT3 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, χοληστερόλη, σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση ή μείγμα φυτικών και ζωικών λιπιδίων
	KLT4 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (F9:0, F10:0 – F24:0, F18:1), χοληστερόλη, καμπεστερόλη, σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση ή μείγμα φυτικών και ζωικών λιπιδίων
TS15	KLT20 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Φτωχό δείγμα και επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	

TS26	KLT7 (τοιχώμα κατασκευής)	Φτωχό δείγμα και επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
TS27	KLT8 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
	KLT16 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (χαμηλή συγκέντρωση), σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
TS28	KLT17 (επιφάνεια εργασίας)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (χαμηλή συγκέντρωση), σιτοστερόλη	Πιθανή φυτική προέλευση
TS 29	KLT13	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
TS30	KLT24	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
TS33	KLT9 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
	KLT1 (πλευρικά τοιχώματα)	Φτωχό δείγμα	
	KLT10 (πλευρικά τοιχώματα)	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
Κτήριο Γ			
TS 17	KLT5 (δείγμα εδάφους)	Μετά-αποθετικές επιμολύνσεις	
	KLT6 (δείγμα εδάφους)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα, αλκοόλες, καμπεστερόλη, σιτοστερόλη & προϊόντα οξειδωσης στερολών	Πιθανή φυτική προέλευση ή μείγμα φυτικών και ζωικών λιπιδίων
	KLT23 (εξωτερική θερμαίνουσα επιφάνεια)	Υπόλειμμα κάτω από τα όρια ανίχνευσης	
	KLT25 (δείγμα εδάφους)	Υπόλειμμα κάτω από τα όρια ανίχνευσης	
TS 20	KLT14 (πλευρικό τοίχωμα ή τμήμα θόλου)	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	
TS 88	KLT15 (θερμαίνουσα επιφάνεια)	Επιμόλυνση από πλαστικοποιητές	

τα που δεν διατηρούν υπολείμματα, όπως θα αναμενόταν στην περίπτωση της μεταφοράς λιπιδίων από το περιβάλλον ταφής.

Η σύσταση των καταλοίπων που ανιχνεύθηκαν δεν επιτρέπει τον χαρακτηρισμό συγκεκριμένων πηγών προέλευσης ή χρήσεων. Θα μπορούσαμε, ωστόσο, να προτείνουμε με βάση τα δεδομένα πιθανή διαφοροποίηση στη χρήση του χώρου στον Κλείτο 1. Φαίνεται ότι η ανθρωπογενής δραστηριότητα που σχετίζεται με την επεξεργασία/μαγείρεμα των τροφίμων θα μπορούσε να πραγματοποιείται στον Κεντρικό Χώρο, αν και τα συγκείμενα αυτής της δραστηριότητας, καθώς και ο χαρακτήρας της κατανάλωσης δεν μπορούν να προσδιοριστούν.⁵ Σχετικές μελέτες για τα αρχαιοζωολογικά και αρχαιοβοτανικά μικρο- και μακρο-κατάλοιπα θα μπορούσαν να συμπληρώσουν την κατανόησή μας για τις δραστηριότητες που συνέβαιναν στον χώρο, καθώς και να επιτρέψουν μια βελτιωμένη εκτίμηση των πρακτικών που σχετίζονται με αυτές τις δομές διαχρονικά, ενδεχομένως αντανακλώντας κοινωνικές πρακτικές στον οικισμό (Borgna κ.ά. 2022). Από την άλλη, ένα διαφορετικό φάσμα δραστηριοτήτων ενδέχεται να είχε λάβει χώρα (ενδεχομένως βιοτεχνικού χαρακτήρα, ή δραστηριοτήτων που αφορούν τη μεταποίηση προϊόντων που δεν αφήνουν αναγνωρίσιμα ίχνη) τουλάχιστον εξωτερικά του Κτηρίου Α, καθώς σε εφτά από τις θερμικές κατασκευές που αναλύθηκαν (από σύνολο οχτώ κατασκευών), κατάλοιπα διατηρούνταν μόλις σε τρεις.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση οργανικών υπολειμμάτων είναι μια μέθοδος που έχει ευρέως εφαρμοστεί σε σύνολα κεραμικής, αλλά είναι η πρώτη φορά που αυτή η τεχνική δοκιμάστηκε σε θερμικές κατασκευές στον ελλαδικό χώρο. Κρίσιμο στοιχείο για την εφαρμογή της μεθόδου και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα είναι ότι οι δύο κατηγορίες υλικών καταλοίπων, η κεραμική και οι πηλοκατασκευές, μοιράζονται κοινά υλικά (πηλός) και κατασκευαστικά στοιχεία (τεχνική της κουλούρας). Παρά τις συστηματικές και επίμονες προσπάθειές μας και της εφαρμογής διαφορετικών πρωτοκόλλων εκχύλισης του οργανικού κλάσματος, επισημαίνεται ότι τα αποτελέσματα των αναλύσεων οργανικών καταλοίπων στις επιλεγμένες πηλοκατασκευές ήταν σχετικά φτωχά. Αξίζει να σημειωθεί, όμως, ότι ο πειραματισμός χρήσης μοριακών προσεγγίσεων σε αυτή την κατηγορία υλικών κατέδειξε τις προοπτικές και τους περιορισμούς της και σε άλλα ανοίκεια κατάλοιπα υλικού πολιτισμού πέρα από την κεραμική. Παράλληλα, συνέβαλε στη διαμόρφωση στοχευμένου πρωτοκόλλου εφαρμογής. Για την περίπτωση των πηλοκατασκευών γνωρίζουμε πλέον περισσότερα δεδομένα

⁵ Στη θέση Κλείτος 1 έχει εντοπιστεί σημαντικός αριθμός χυτρών, οι πληροφορίες όμως για τη χωρική διασπορά τους δεν είναι επί του παρόντος διαθέσιμες. Τη μελέτη της κεραμικής έχει αναλάβει η Καθηγήτρια Dushka Urem-Kotsou, του Τμήματος Ιστορίας & Εθνολογίας, στο Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.

για το τι επηρεάζει την απόδοση των τεχνικών αυτών, καθώς και την επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στο αρχαιολογικό υλικό, ώστε να μπορέσει η εφαρμογή τέτοιων τεχνικών να αποδώσει το πλείστο των δυνατοτήτων της.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- BAETEN, J., DEFORCE, K., CHALLE, S., DE VOS, D., & DEGRYSE, P. 2014. Holy smoke in medieval funerary rites: chemical fingerprints of frankincense in southern Belgian incense burners. *PLoS One* 9(11): e113142.
- BORRNA, E., CORAZZA, S., MARCHESINI, M., PECCI, A., & PETRUCCI, G. 2022. Fire installations at the Bronze Age site of Ca'Baredi near Aquileia: An interdisciplinary insight into subsistence and social practices. *Journal of Archaeological Science: Reports* 46: 103648.
- CHARTERS, S., EVERSLED, R.P., BLINKHORN, P.W., & DENHAM, V. 1995. Evidence for the mixing of fats and waxes in archaeological ceramics. *Archaeometry* 37(1): 113–27.
- CHOW, C.K. (ed.) 2007. *Fatty Acids in Foods and their Health Implications*. Boca Raton: CRC Press.
- DIMITRAKOUDI, E.A., MITKIDOU, S.A., UREM-KOTSOU, D., KOTSAKIS, K., STEPHANIDOU-STEPHANATOU, J., & STRATIS, J.A. 2011. Characterization by gas chromatography–mass spectrometry of diterpenoid resinous materials in Roman-age amphorae from northern Greece. *European Journal of Mass Spectrometry* 17(6): 581–91.
- EVANS, M., LUNDY, J., LUCQUIN, A., HAGAN, R., KOWALSKI, Ł., WILCZYŃKI, J., BICKLE, P., ADAMCZAK, K., CRAIG, O.E., ROBSON, H.K., & HENDY, J. 2023. Detection of dairy products from multiple taxa in Late Neolithic pottery from Poland: an integrated biomolecular approach. *Royal Society Open Science* 10(3): 230124.
- EVERSLED, R.P. 1992. Gas Chromatography of Lipids. Στο R.J. HAMILTON & S. HAMILTON (επιμ.), *Lipid Analysis: A Practical Approach*. Oxford: Oxford University Press, 113–51.
- HERON, C. & EVERSLED, R.P. 1993. The analysis of organic residues and the study of pottery use. *Archaeological Method and Theory* 5: 247–84.
- KALOGIROPOULOU, E., KLOUKINAS, D., & KOTSAKIS, K. 2023. Socializing the materiality of earthen structures: the chaîne opératoire of construction practices at the Neolithic site of Kleitos 2, Greece. *Cambridge Archaeological Journal* 33(3): 449–75.
- KALOGIROPOULOU, E., ROUSSOS, D., ROUMPOU, M. & ZIOTA, C. (υπό εκτύπωση). Deciphering the public: an integrated analysis of outdoor spaces in Neolithic settlement of Kleitos 1 in Greece. *Journal of Archaeological Method and Theory*.
- KALOGIROPOULOU, E. & ZIOTA, C. 2021. Exploring commensality, household and solidarity. Evidence of a medium-scale community gathering place in Neolithic Kleitos I, north-western Greece. *Journal of Material Culture* 26(4): 403–32.
- KEDROWSKI, B.L., CRASS, B.A., BEHM, J.A., LUETKE, J.C., NICHOLS, A.L., MORECK, A.M., & HOLMES, C.E. 2009. GC/MS analysis of fatty acids from ancient hearth residues at the Swan Point archaeological site. *Archaeometry* 51(1): 110–22.
- KOUTROTSIOS, G., KALOGEROPOULOS, N., STATHOPOULOS, P., KALIORA, A.C., & ZERVAKIS, G.I. 2017. Bioactive compounds and antioxidant activity exhibit high in-

- traspecific variability in *Pleurotus ostreatus* mushrooms and correlate well with cultivation performance parameters. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 33: 1–14.
- LEJAY, M., ALEXIS, M., QUÉNÉA, K., SELLAMI, F., & BON, F. 2016. Organic signatures of fireplaces: experimental references for archaeological interpretations. *Organic Geochemistry* 99: 67–77.
- LUCQUIN, A. 2016. Untangling complex organic mixture in prehistoric hearths. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(38): 10456–57.
- MARGOMENOU, D., & ROUMPOU, M. 2011. Storage technologies as embedded social practices: Studying *pithos* storage in prehistoric northern Greece. Στο A. BRYLSBAERT (επιμ.), *Tracing Prehistoric Social Networks through Technology: A Diachronic Perspective on the Aegean*. New York & London: Routledge, 126–42.
- PECCI, A., REYNOLDS, P., MILETO, S., VARGAS GIRÓN, J.M., & BERNAL-CASASOLA, D. 2021. Production and transport of goods in the Roman period: Residue analysis and wine derivatives in Late Republican Baetican ovoid amphorae. *Environmental Archaeology* (<https://doi.org/10.1080/14614103.2020.1867291>).
- REGERT, M., BLAND, H.A., DUDD, S.N., BERGEN, P.V., & EVERSLED, R.P. 1998. Free and bound fatty acid oxidation products in archaeological ceramic vessels. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* 265(1409): 2027–32.
- REGERT, M., COLINART, S., DEGRAND, L., & DECAVALLAS, O. 2001. Chemical alteration and use of beeswax through time: accelerated ageing tests and analysis of archaeological samples from various environmental contexts. *Archaeometry* 43(4): 549–69.
- ROBSON, H.K., SKIPITYTĖ, R., PILIČIAUSKIENĖ, G., LUCQUIN, A., HERON, C., CRAIG, O.E., & PILIČIAUSKAS, G. 2019. Diet, cuisine and consumption practices of the first farmers in the southeastern Baltic. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 4011–24.
- ROFFET-SALQUE, M., DUNNE, J., ALTOFT, D.T., CASANOVA, E., CRAMP, L.J., SMYTH, J., WHELTON, H.L., & EVERSLED, R.P. 2017. From the inside out: Upscaling organic residue analyses of archaeological ceramics. *Journal of Archaeological Science. Reports* 16: 627–40.
- ROMANUS, K., BAETEN, J., POBLOME, J., ACCARDO, S., DEGRYSE, P., JACOBS, P., DE VOS, D., WAELEKENS, M. 2009. Wine and olive oil permeation in pitched and non-pitched ceramics: relation with results from archaeological amphorae from Sagalassos, Turkey. *Journal of Archaeological Science* 36(3): 900–9.
- ROUMPOU, M., PSARAKI, K., ARAVANTINOS, V., & HERON, C. 2007. Early Bronze Age cooking vessels from Thebes: Organic residue analysis and archaeological implications. Στο C. MEE & J. RENARD (επιμ.), *Cooking Up the Past: Food and Culinary Practices in the Neolithic and Bronze Age Aegean*. Oxford & Philadelphia: Oxbow Books, 158–73.
- ROUMPOU, M. & TSAFOU, E. 2023. Culinary practices and pottery use in Minoan Crete. Integrating lipidic residue analysis in the study of cooking vessels from Sissi and Malia. *Journal of Archaeological Science: Reports* 50(1): 104050.
- ROUMPOU, M., VIKI, E., HACHTMANN, V., & VOUTSAKI, S. 2023. Investigation of consumption practices in the early Mycenaean period through biomolecular analyses: The case of the Ayios Vasileios North Cemetery (Laconia). *Journal of Archaeological Science: Reports* 48: 103864.

STEELE, V.J. & STERN, B. 2017. Red Lustrous Wheelmade ware: analysis of organic residues in Late Bronze Age trade and storage vessels from the eastern Mediterranean. *Journal of Archaeological Science: Reports* 16: 641–57.

ΖΙΩΤΑ, Χ. 2011. Ο νεολιθικός οικισμός Κλείτος 1 (2009) και τα νεότερα δεδομένα για την προϊστορική έρευνα. *Το Αρχαιολογικό Έργο στην Άνω Μακεδονία*, 211–30.

_____, 2014. Ο οικισμός του Κλείτου Κοζάνης στο ευρύτερο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της Νεότερης και Τελικής Νεολιθικής περιόδου. Στο Ε. STEFANI, Ν. ΜΕΡΟΥΣΙΣ & Α. ΔΙΜΟΥΛΑ (επιμ.), *A Century of Research in Prehistoric Macedonia*. Thessaloniki: Archaeological Museum of Thessaloniki, 323–36.

Μαρία Ρούμπου

Μεταδιδακτορική ερευνήτρια

Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας

Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής & Λέιζερ

Εργαστήριο Φωτονικής στην Πολιτιστική Κληρονομιά

Ηράκλειο, Κρήτη

(<https://orcid.org/0000-0001-8063-0341>)

mrourmpou@gmail.com

Εβίτα Καλογηροπούλου

Επιστημονικά Υπεύθυνη του ερευνητικού προγράμματος BONDS

Μεταδιδακτορική ερευνήτρια

Τμήμα Ιστορίας & Αρχαιολογίας

Φιλοσοφική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης

(<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0001-6895-8977>)

ekalogiropoulou@uoc.gr

Χριστίνα Ζιώτα

Προϊσταμένη, Εφορεία Αρχαιοτήτων Φλώρινας

Υπουργείο Πολιτισμού

chziota@culture.gr

