



**3<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο  
Αρχαίας Ελληνικής  
και Βυζαντινής Τεχνολογίας**

**19-21 Νοεμβρίου 2024  
ΜΕΓΑΡΟΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΑΘΗΝΩΝ**

**3<sup>rd</sup> International Conference  
Ancient Greek  
and Byzantine Technology**

**19-21 November 2024  
MEGARON THE ATHENS CONCERT HALL**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ



ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ  
ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΒΥΖΑΝΤΙΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



---

Το Διοικητικό Συμβούλιο της Εταιρείας Διερεύνησης της Αρχαιοελληνικής και Βυζαντινής Τεχνολογίας (ΕΔΑΒΥΤ) ανέλαβε την ανάρτηση στην ιστοσελίδα της ([www.edabyt.gr](http://www.edabyt.gr)), σε ψηφιακή μορφή, των εργασιών του 3<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου Αρχαιοελληνικής και Βυζαντινής Τεχνολογίας (Αθήνα 19-21 Νοεμβρίου 2024).

Οι εργασίες είχαν γίνει αντικείμενο κρίσεων και σχολιασμού από την Επιστημονική Επιτροπή. Επιπλέον, έγιναν κι άλλες παρατηρήσεις και σχόλια κατά την συζήτηση που ακολούθησε μετά την προφορική τους παρουσίαση στο Συνέδριο.

Οι εργασίες αναρτώνται όπως κατατέθηκαν από τους συγγραφείς μετά την ολοκλήρωση του Συνεδρίου. Οι συγγραφείς φέρουν την ευθύνη του περιεχομένου της εργασίας τους, τόσο ως προς τις απόψεις τους όσο και ως προς την ακρίβεια και την ορθότητα των στοιχείων που παραθέτουν.

The Board of Directors of the Association for Research on Ancient Greek and Byzantine Technology (EDABYΤ) undertook the posting on its website ([www.edabyt.gr](http://www.edabyt.gr)) of the papers presented at the 3rd International Conference on Ancient Greek and Byzantine Technology (Athens, November 19-21, 2024).

The papers had been subject to reviews and comments by the Scientific Committee. Additionally, further observations and comments were made during the discussion that followed their oral presentation at the Conference.

The papers are posted as submitted by the authors after the conclusion of the Conference. The authors are responsible for the content of their work, both in terms of their views and the accuracy and correctness of the data they present.

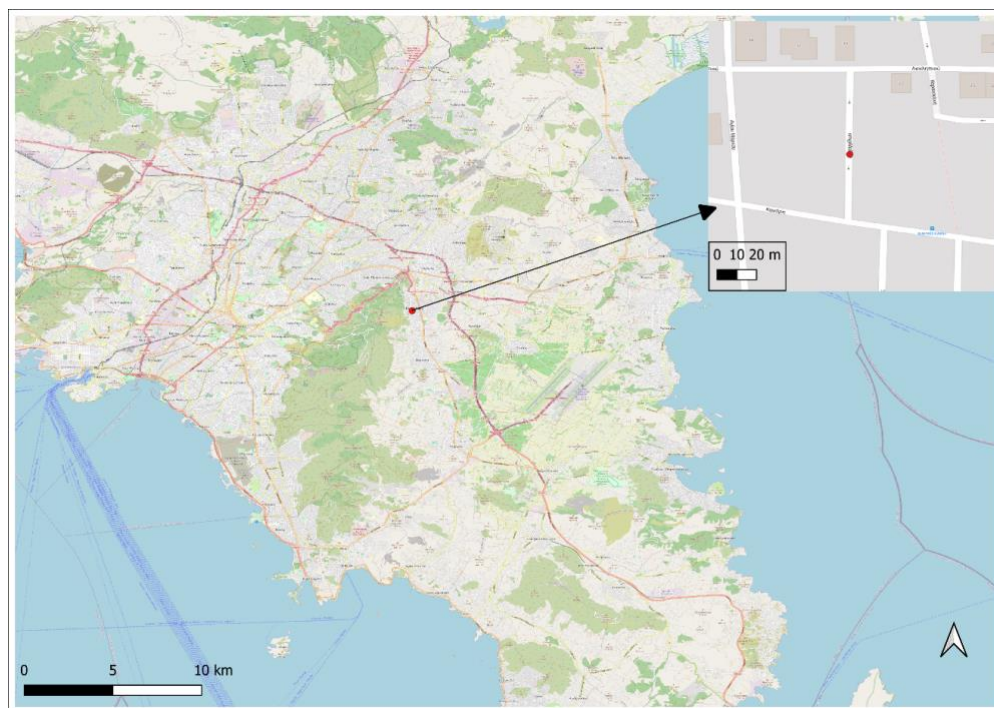


## ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΞΟΡΥΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΥ ΣΤΑ ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

Γιαννάκης Τιμοθέου

Συμβασιούχος αρχαιολόγος στο Υπουργείο Πολιτισμού, osiris4455@live.com

Το 2021 στο πλαίσιο του έργου «Κατασκευή δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων Γλυκών Νερών του Δήμου Παιανίας, Υποέργο 2: Αρχαιολογικές έρευνες και εργασίες» εντοπίσαμε και ανασκάψαμε τμήμα εργαστηριακής εγκατάστασης Ελληνιστικών χρόνων.<sup>1</sup> Οι αρχαιότητες αποκαλύφθηκαν κατά τη διάρκεια τοποθέτησης αγωγού αποχέτευσης στην οδό Αρχαγγέλων 4-8, μεταξύ των οδών Κανάρη και Ασκληπιού και πολύ κοντά στην περιοχή «Καμίни» των Γλυκών Νερών (Εικ. 1, Χάρτης 1).



Χάρτης 1.Θέση ανασκαφής

<sup>1</sup> Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην Έφορο Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής κ. Ελένη Ανδρίκου και στην υπεύθυνη αρχαιολόγο του έργου κ. Ειρήνη Βρεττού για τη παραχώρηση της άδειας δημοσίευσης της ανασκαφής. Επίσης ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην κ. Ελένη Πανούση για τη σχεδιαστική αποτύπωση της ανασκαφής, στους συντηρητές κ. Αλεξία Πατσουράκη και κ. Κωνσταντίνο Σκουρτσίδα, καθώς και στον κ. Γεώργιο Προκάκη και κ. Θεόδωρο Παλιούγκα για τις παρατηρήσεις και διορθώσεις στο κείμενο.

## Η ανασκαφή

Οι αρχαιότητες κάλυπταν έκταση μήκους 10μ. Από την αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος προέκυψαν και τα πρώτα στοιχεία χρονολόγησης με τη μορφή μικρών τμημάτων μελαμβωφών ανάγλυφων σκύφων Ελληνιστικής περιόδου. Τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα ερμηνεύθηκαν ως τμήμα εργαστηριακής εγκατάστασης, ενώ ο εντοπισμός συντηγμάτων σιδήρου εντός σιδηρουργικής εστίας δεν άφηνε αμφιβολία ότι επρόκειτο για σιδηρουργείο.



Σχ. 1 Ανασκαφή Αρχαγγέλων 4-8

Αρχικά, με την αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος, αποκαλύφθηκαν στο νότιο άκρο της ανασκαφής τμήματα δύο τοίχων, οι τοίχοι 5 και 4. Ο τοίχος 4 είχε φορά ανατολικά-δυτικά και πλάτος 0,60μ και αποκαλύφθηκε σε μήκος 0,95μ. Είναι κατασκευασμένος με πλάκες τοπικού σχιστόλιθου και αργούς λίθους μεσαίου μεγέθους. Στο ανατολικό τμήμα του τοίχου 4 υπάρχει ένα μικρό άνοιγμα πλάτους 0,20μ. Είναι πολύ πιθανόν το μικρό άνοιγμα να εξυπηρετούσε την συνέχεια αρχαίου αγωγού αποχέτευσης, τμήμα του οποίου σώθηκε μόνο βορειοανατολικά (Εικ.2, Σχέδιο 1). Ο τοίχος 5, ίδιας κατασκευής με τον τοίχο 4, έχει μήκος μόλις 0,38μ, πλάτος 0,48μ και σώζεται σε ύψος 0,50μ (Σχέδιο 1).



Εικ. 1. Αρχική άποψη της ανασκαφής από νότια



Εικ. 2. Τελική άποψη ανασκαφής από νότια

Βόρεια του τοίχου 4 και σε μία έκταση 2,50μ αποκαλύφθηκε ο σαθρός τοπικός ασβεστόλιθος που αποτελεί το φυσικό υπόβαθρο της περιοχής, το οποίο ορίζεται στα βόρεια από τον τοίχο 2. Στα βορειοανατολικά εντοπίστηκε τμήμα πήλινου αγωγού (Εικ. 2, Σχ.1) και αγωγός απορροής δεξαμενής. Ο πήλινος αγωγός έχει μήκος 0,90μ, εσωτερικό πλάτος 0,16μ και διατομή ανεστραμμένου Π. Στο βόρειο άκρο του επικοινωνούσε με αγωγό απορροής υδάτων κατασκευασμένο με κονίαμα (Εικ. 3). Ο τελευταίος σχηματίζεται από δύο «κολουροκωνικής» διατομής τοιχώματα που απέχουν μεταξύ τους 0,20μ, ενώ εδράζεται επάνω σε επίχωση και όχι στο φυσικό βράχο. Το βόρειο τμήμα του τέμνει τον τοίχο 2 και έτσι επικοινωνεί με την δεξαμενή.



Εικ. 3.Αγωγός απορροής



Εικ. 4.Τοίχος 2 και δεξαμενή



Εικ. 5.Τάφος θεμελίωσης

Ο τοίχος 2, πλάτους 0,70μ και με φορά ανατολικά-δυτικά έχει αποκαλυφθεί σε μήκος 1,30μ (Εικ. 1-2, Σχ. 1). Είναι κατασκευασμένος από ένα μεγάλο αργό λίθο -ο οποίος δίνει και το σωζόμενο ύψος του τοίχου 0,40μ- και μικρότερες σχιστόπλακες. Στην εξωτερική, νοτιοανατολική πλευρά του, στο σημείο που τέμνεται από τον αγωγό απορροής, σχηματίζεται οπή εκροής κυκλικής διατομής. Ο τοίχος αποτελεί τη νότια πλευρά της δεξαμενής και φέρει εσωτερική επικάλυψη με υδραυλικό κονίαμα.

Από την αφαίρεση της επίχωσης μεταξύ των τοίχων 4 και 2 προέκυψαν κυρίως τμήματα κεράμων λακωνικού τύπου και κυψελών. Όσον αφορά τις τελευταίες πρόκειται κυρίως για τμήματα σωμάτων με εγχάραξης στο εσωτερικό, τμήματα δακτυλίων επέκτασης, η χρήση και η σημασία των οποίων αναλύεται πιο κάτω στο κεφάλαιο της χρονολόγησης, καθώς επίσης και τμήματα πωμάτων. Ξεχωρίζει τμήμα πώματος που σώζει ανάγλυφη διακόσμηση και τμήμα επιγραφής με το όνομα πιθανόν του κεραμέα.

Περίπου στη μέση του σκάμματος, βόρεια του τοίχου 2, εντοπίστηκαν αποκολλημένα τμήματα κονιαμάτων και σπαράγματα του δαπέδου της δεξαμενής (Εικ. 4, Σχ. 1). Στο συγκεκριμένο σημείο τα αρχαιολογικά κατάλοιπα έχουν υποστεί εκτεταμένη καταστροφή από την παρουσία ενός μεγάλου πεύκου, οι ρίζες του οποίου είχαν καταλάβει τον χώρο της δεξαμενής. Ακριβώς βόρεια του τοίχου 2 και σε μία έκταση περίπου 0,70μ εντοπίζεται σε πολύ κακή κατάσταση το αρχικό δάπεδο της δεξαμενής επενδεδυμένο με κονίαμα. Επίσης στα όρια της ανασκαφής, ανατολικά και δυτικά, εντοπίζονται τα υπολείμματα των αντίστοιχων τοίχων της δεξαμενής. Δυστυχώς οι δύο

αυτοί τοίχοι είχαν υποστεί εκτεταμένη καταστροφή, ενώ η διερεύνηση τους δεν ήταν εφικτή αφού εκτείνονταν εκτός των ορίων εκσκαφής. Το ίδιο ισχύει και για το βόρειο τμήμα της δεξαμενής, του οποίου το δάπεδο είχε καταστραφεί μέχρι το βάθος της θεμελίωσης, ενώ ο βόρειος τοίχος σώζεται με τη μορφή διάσπαρτων λίθων εντός τάφρου θεμελίωσης (Εικ. 5, Σχ. 1). Η τάφος είναι σκαμμένη στον φυσικό ασβεστόλιθο και έχει πλάτος 0,60μ. και μήκος 1,30μ. Από το βόρειο κατεστραμμένο τμήμα της δεξαμενής έγινε εφικτό να παρατηρηθεί ο τρόπος κατασκευής του δαπέδου της. Φαίνεται πως για το σκοπό αυτό είχε λαξευθεί ο φυσικός ασβεστόλιθος ο οποίος επιστρώθηκε με σχιστόπλακες, ενώ επάνω τους απλώθηκε γέμισμα με κονίαμα και μικρότερες κροκάλες. Η τελική επιφάνεια εξομαλύνθηκε με λεπτό υδραυλικό κονίαμα. Η χρήση και η σημασία της δεξαμενής καθώς και η σχέση της με το εργαστήριο μεταλλοτεχνίας αναλύονται πιο κάτω.

Η επίχωση από το κεντρικό τμήμα της ανασκαφής, όπου και η δεξαμενή, απέδωσε τμήματα κυρίως λακωνικών κεράμων και ελάχιστη λεπτή κεραμική. Πρόκειται κυρίως για τμήματα μελαμβαφών ανάγλυφων σκύφων Ελληνιστικών χρόνων.

Στο βόρειο τμήμα της ανασκαφής εντοπίστηκαν τμήματα δύο τοίχων, οι τοίχοι 3 και 1, και ενός μικρού χώρου (χώρος 1-σιδηρουργική εστία, Εικ.6, Σχέδιο 1-2). Βόρεια του βορείου κατεστραμμένου τοίχου της δεξαμενής εντοπίζεται ο τοίχος 3. Έχει φορά ανατολικά-δυτικά, μέγιστο σωζόμενο πλάτος 0,50μ, ενώ η νότια πλευρά του έχει εν μέρει καταστραφεί. Το αποκαλυφθέν μήκος του είναι 0,70μ. Είναι κατασκευασμένος από αργούς λίθους, κυρίως πλάκες από τοπικό σχιστόλιθο μεσαίου και μικρού μεγέθους, ενώ εδράζει πάνω στον φυσικό βράχο. Το σωζόμενο ύψος του δεν ξεπερνά τα 0,35μ.



Εικ. 6. Βόρειο τμήμα ανασκαφής, χώρος 1-σιδηρουργική εστία

Στο βορειοανατολικό άκρο του τοίχου 3 εντοπίζεται ένας όρθιος λίθος. Έχει σχεδόν ορθογώνια διατομή, σωζόμενο ύψος 0,43μ και πλάτος στο κάτω μέρος του 0,17μ. Στην ανατολική πλευρά φέρει ίχνη αδρής λάξευσης, πιθανότατα με βελόνι ή πικούνι (Εικ.8). Παρόμοιος λίθος εντοπίζεται σε απόσταση 0,50μ βόρεια του προαναφερθέντος (Εικ. 7, Σχ. 1-2). Ο βόρειος λίθος έχει ύψος 0,26μ και πλάτος βάσης 0,20μ. Και αυτός φέρει αδρή λάξευση στην ανατολική του πλευρά (Εικ.

9). Οι δύο λίθοι, εν είδει παραστάδων, ορίζουν το άνοιγμα που οδηγεί στο χώρο 1, ο οποίος έχει ταυτιστεί με σιδηρουργική εστία (Εικ. 7,10, Σχ. 1-2). Οι παραστάδες εδράζονται επάνω σε σχιστολιθική πλάκα και σχηματίζουν μαζί το νοτιοδυτικό τμήμα του τοίχου 1 (Εικ.7,10, Σχέδιο 1-2). Το κάτω μέρος της πλάκας αυτής φαίνεται ότι ήταν το ανώτερο όριο του δαπέδου, αφού οι λίθοι στους οποίους θεμελιώνεται είναι εντελώς ακατέργαστοι και είχαν χρησιμοποιηθεί για να εξομαλυνθεί ο φυσικός βράχος επάνω στον οποίο κτίστηκε ο τοίχος 1 και το άνοιγμα του χώρου 1(Εικ.7). Το χείλος της εστίας φαίνεται ότι βρισκόταν μερικά εκατοστά επάνω από το αρχικό δάπεδο, το οποίο ήταν μάλλον κατασκευασμένο από πατημένο χώμα.



Εικ. 7.Χώρος 1-Σιδηρουργική εστία



Εικ. 8.Νότια παραστάδα



Εικ. 9.Βόρεια παραστάδα



Εικ. 10.Χώρος 1-Σιδηρουργική εστία

Ο τοίχος 1, με κατεύθυνση βορρά-νότο, είναι κατασκευασμένος από μεσαίου μεγέθους ακατέργαστες σχιστολιθικές πλάκες. Έχει μήκος 1,40μ και μέγιστο πλάτος 0,35μ. Μεταξύ αυτού και του ανατολικού ορίου της ανασκαφής, και με εξαίρεση τον χώρο 1, υπάρχει γέμισμα από πέτρες διαφόρων μεγεθών (Εικ. 6,11, Σχ. 1-2). Έτσι ο τοίχος 1 αποκτά μέγιστο αποκαλυφθέν πλάτος 0,92μ. Στο βόρειο άκρο του εντοπίζεται μεγάλη σχιστολιθική πλάκα, διαστάσεων 0,60μ πλάτος επί 0,80μ μήκος, πατάει επάνω σε μικρότερους λίθους που εδράζουν με την σειρά τους στον φυσικό βράχο. Συνολικά σώζεται σε ύψος 0,50μ. Είναι πολύ πιθανόν αυτή η κατασκευαστική ιδιομορφία στο βόρειο άκρο του τοίχου 1 να σχετίζεται με την δυτική απόληξη ενός ακόμα τοίχου με φορά ανατολικά-δυτικά που όμως βρίσκεται εκτός των ορίων της ανασκαφής (Εικ. 12).

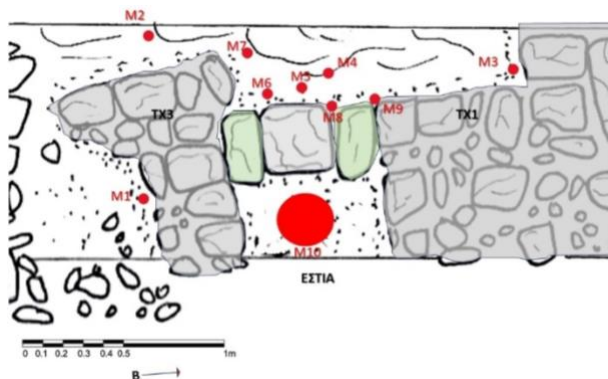


Εικ. 11.Τοίχος 1



Εικ. 12.Τοίχος 1

Ο χώρος 1 είναι ορθογώνιος με μέγιστες αποκαλυφθείσες εσωτερικές διαστάσεις 0,89x0,40μ. Το ανατολικό του τμήμα εκτείνεται κάτω από το σύγχρονο οδόστρωμα, και δυστυχώς βρισκόταν εκτός των ορίων εκσκαφής. Στα δυτικά, όπως αναφέρθηκε, το άνοιγμα του χώρου σχημάτιζαν οι δύο παραστάδες, στα βόρεια οριζόταν από το γέμισμα του τοίχου 1, ενώ στα νότια από τον τοίχο 3 (Εικ. 6-7,10, Σχ. 1-2). Στο εσωτερικό του χώρου 1 εντοπίστηκε τεφρό στρώμα αποτελούμενο από στάχτη και καμένους ελαιοπυρήνες. Το στρώμα αυτό, πάχους 0,25μ, περιείχε συντηγμάτα σπογγώδους σιδήρου (Εικ. 7,13, Σχ. 2). Κάτω από αυτό υπήρχε καλά πακτωμένο χώμα μαζί με κομμάτια σχιστόλιθου, πάχους 0,15μ, και ακολουθούσε ο φυσικός βράχος (Εικ. 10). Μέσα από τη σιδηρουργική εστία αφαιρέθηκαν 25,044 κιλά συντηγμάτων σπογγώδους σιδήρου, σχεδόν το 88% του συνόλου που εντοπίστηκαν στην ανασκαφή (Εικ. 13, Σχ. 1-2). Ένα μικρότερο ποσοστό της τάξης των 3,510 κιλών, περίπου το 12% εντοπίστηκε δυτικά της σιδηρουργικής εστίας και του τοίχου 1 (Εικ. 14, Σχ. 1-2). Από το εσωτερικό της εστίας προέρχονται επίσης μαγνητικές μικροσκωρίες που αποτελούν βεβαιωμένο στοιχείο για την εκτέλεση σιδηρουργικών εργασιών.



Σχ. 2.Θέση εύρεσης συντηγμάτων

Η παρουσία της σιδηρουργικής εστίας και της μεγάλης ποσότητας σπογγώδους σιδήρου στο εσωτερικό της είναι επαρκή στοιχεία για την ταύτιση του χώρου με σιδηρουργείο. Η παρουσία ενός τέτοιου εργαστηρίου μακριά από οικιστικούς πυρήνες δείχνει πιθανότατα ότι βρισκόμαστε κοντά στον χώρο εξόρυξης και τήξης του μετάλλου όπως επίσης κοντά στην πηγή καυσίμου, που ήταν ο ξυλάνθρακας.





Εικ. 13. Συντήγματα στο εσωτερικό της εστίας (M10)



Εικ. 14. Συντήγμα εκτός σιδηρουργικής εστίας (M3)

Λόγω της σπανιότητας του ευρήματος και της ιδιαίτερης σημασίας του, η Εφορία Αρχαιοτήτων Ανατολικής Αττικής απέτρεψε την καταστροφή του. Σε συνεννόηση μάλιστα με την κατασκευαστική εταιρεία και χωρίς να παρεμποδίζεται το έργο της αποχέτευσης το εύρημα, μετά την ολοκλήρωση των ανασκαφικών εργασιών καταχώθηκε και έκτοτε διατηρείται κάτω από το οδόστρωμα της οδού Αρχαγγέλων.

## Η χρονολόγηση

Η θέση χρονολογήθηκε με βάση την κεραμική, συνιστά τον κύριο όγκο των ευρημάτων. Ιδιαίτερη στρωματογραφική ακολουθία δεν παρατηρήθηκε και αυτό επιβεβαιώνεται και από την χρονολογική ομοιογένεια της κεραμικής. Αυτό σημαίνει ότι η θέση ήταν σε λειτουργία για μικρό χρονικό διάστημα και οπωσδήποτε όχι μετά το πέρας των Ελληνιστικών χρόνων. Ήδη από το επιφανειακό στρώμα εντοπίζονται, και παρ' όλες τις αναμοχλεύσεις που είχαν γίνει όταν κατασκευαζόταν ο σύγχρονος δρόμος, τμήματα από χείλη ανάγλυφων σκύφων. Δυστυχώς στις περισσότερες περιπτώσεις απουσιάζει η διακόσμηση κάτω από το χείλος και έτσι δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι για τη χρονολόγηση. Αναμφίβολα όμως αποτελούν ένδειξη ότι η εγκατάσταση ήταν σε λειτουργία από τα μέσα του 2ου αι. π.Χ. και μετά. Κάτω από το επιφανειακό στρώμα η επίχωση είναι ομοιογενής. Συνήθως έχουμε μικρά τμήματα ανάγλυφων σκύφων μαζί με άβαφη χρηστική κεραμική που αποτελείται στην πλειονότητα της από τμήματα κυψελών.

Οι ανάγλυφοι σκύφοι, μιμούμενοι μεταλλικά πρότυπα από την Αλεξάνδρεια, εμφανίζονται στην Αθήνα από το 220 π.Χ. και έπειτα. Η εμφάνισή τους συμπίπτει με το τέλος της Μακεδονικής κυριαρχίας στην Αθήνα και την αναθέρμανση των σχέσεων με το Πτολεμαϊκό βασίλειο.<sup>2</sup> Όσα τμήματα ανάγλυφων σκύφων εντοπίστηκαν στην ανασκαφή και σώζουν μέρος της διακόσμησης του σώματος, βρίσκουν καλά χρονολογημένα παράλληλα από τα μέσα του 2ου αι. π.Χ. και εξής.<sup>3</sup> Ορισμένα ανήκουν πιθανότατα στην ομάδα-εργαστήριο του Βίωνος.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Rotroff, 1982, 7-11 και 2006, 357, 363, 376.

<sup>3</sup> Rotroff, 1982, 19.

<sup>4</sup> Rotroff, 1982, παραδείγματα no.98-105, επίσης pl.75.105, και σελ. 27 και 33.

Οι κυψέλες, αν και δύσκολα χρονολογήσιμες, παραπέμπουν άμεσα σε μία από τις σημαντικότερες και πιο συνήθεις βιοτεχνίες στην περιοχή του αρχαίου Υμηττού που σχετίζονται με τη παραγωγή υψηλής ποιότητας μελιού.<sup>5</sup> Πρόκειται για μακρόστενα κυλινδρικά άβαφα αγγεία, που συνήθως φέρουν εγχαράξεις, πριν το ψήσιμο, στο εσωτερικό τους. Η ανοικτή πλευρά του αγγείου έκλεινε με πώμα που διέθετε οπή για την είσοδο των μελισσών στην κυψέλη. Οι αρχαίες κυψέλες που εντοπίσαμε ανήκουν στον συνήθη οριζόντιο τύπο και ήταν τοποθετημένες σε συστάδες, όπως είναι γνωστό από αρχαιολογικά και εθνογραφικά παράλληλα.<sup>6</sup> Όσον αφορά τους δακτύλιους επέκτασης, θα πρέπει πιθανότατα να σχετίζονται με την ευκολότερη συλλογή του άκαπνου μελιού.<sup>7</sup>

Από τα τμήματα κυψελών που περισυλλέχθηκαν, ιδιαίτερης σημασίας για τη χρονολόγηση έχει τμήμα πώματος που φέρει ανάγλυφη διακόσμηση σε τρεις ζώνες. Στην εξωτερική ζώνη υπάρχει σχηματοποιημένος ελικοειδής πλοχμός, ενώ στην δεύτερη ζώνη υπάρχει η γενική κτητική του ονόματος του κεραμέα, του οποίου σώζεται μόνο η κατάληξη [...]ΟΥ (Εικ.15). Τέλος, στο κέντρο υπήρχε μετάλλιο με σχηματοποιημένη φυτική διακόσμηση (Εικ.15). Παρόμοια παραδείγματα ανάγλυφων πωμάτων προέρχονται από το κτηριακό συγκρότημα ύστερων Ελληνιστικών χρόνων στη Μερέντα, που έχει χρονολογηθεί από τους ανασκαφείς στον 2ο αι. π.Χ.<sup>8</sup> Επίσης παρόμοια διακόσμηση φέρει και η αδημοσίευτη μήτρα πώματος από τη μικρή αίθουσα ευρημάτων στον Διεθνή Αερολιμένα Ελευθέριος Βενιζέλος, στα Σπάτα. Η μήτρα προέρχεται τις ανασκαφές αρχαίου κεραμικού εργαστηρίου, η λειτουργία του οποίου χρονολογείται μεταξύ του 4ου και 2ου αι. π.Χ., και ταυτοποιεί τον ιδιοκτήτη εργαστηρίου Έμβιο.<sup>9</sup> Στον 2ο αι. π.Χ χρονολογείται επίσης πώμα κυψέλης από την Δήλο (Εικ.15)<sup>10</sup>, του ίδιου εργαστηρίου, που φέρει επίσης την επιγραφή ΕΜΒΙΟΥ.<sup>11</sup>

---

<sup>5</sup> Επισημαίνουμε ότι οι ανασκαφές δύο θέσεων στον Υμηττό με παρόμοια αγγεία, από τους Τράχωνες και τη Βάρη, οδήγησε στην ταύτιση αυτών των αγγείων με αρχαίες κυψέλες, Jones, 1976, 84, όσον αφορά τη χημική ανάλυση, που επιβεβαίωσε την ταύτιση, Jones, 1976, 87-88.

<sup>6</sup> Jones, 1990, 69.

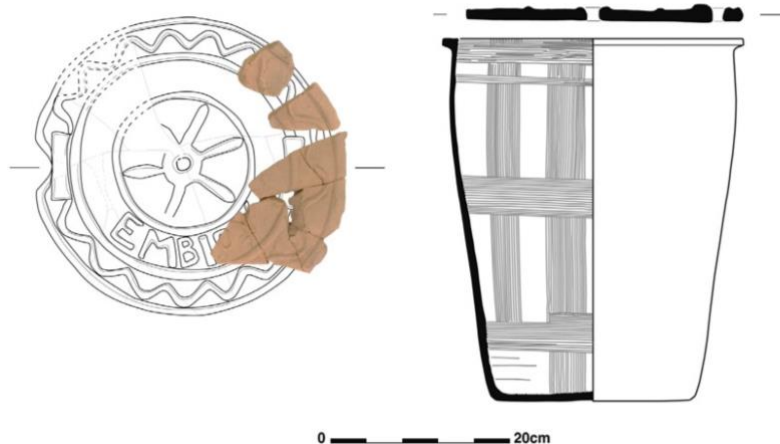
<sup>7</sup> Jones, 1976, 86 και 1990, 69.

<sup>8</sup> Σκλάβος et al., 2009, 86-87, 91 εικ.12.

<sup>9</sup> Σταϊνχάουερ, 2009, 213 και 2024, 421

<sup>10</sup> Peignard-Giros, 2012, 245, fig.1, 246 (Σπ104)

<sup>11</sup> Το όνομα αυτό απαντάται μόνο στην Αττική από τον 3ο έως τον 1ο αι. π.Χ., Osborne και Byrne, 1994, 142, s.v. "Έμβιος".



Εικ.15.Τμήματα πώματος πάνω σε σχέδιο από το παράλληλο της Δήλου (Peignard-Giros, 2012, fig.1, 246)

Η χρονολόγηση τόσο των ανάγλυφων σκύφων όσο και του πώματος της κυψέλης τοποθετούν τη χρήση της θέσης στους ύστερους Ελληνιστικούς χρόνους. Από τα μέσα του 2ου αι. π.Χ. και ύστερα το εργαστήριο μεταλλοτεχνίας λειτούργησε όπως φαίνεται για μικρό χρονικό διάστημα. Δεν εντοπίστηκε υλικό που να χρονολογείται αργότερα από τον 2ο αι. π.Χ. Η χρήση και λειτουργία του συμπίπτει με την μικρή περίοδο ειρήνης και οικονομικής ανάκαμψης που ακολούθησε τον Χερμωνίδειο πόλεμο, που είχε επιφέρει καταστροφικές επιπτώσεις για την αττική ύπαιθρο.<sup>12</sup>

### Η παραγωγική διαδικασία του σιδήρου<sup>13</sup>

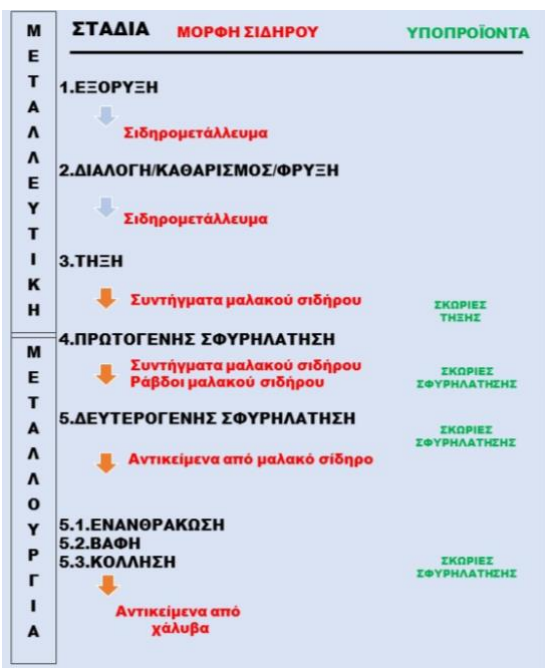
Ο σίδηρος αναφέρεται συχνά ως ο «φτωχός συγγενής» της αρχαιομεταλλουργίας στην Ελλάδα, με βασικότερες αιτίες την κακή διατήρηση των αρχαιολογικών ευρημάτων καθώς και την πολυπλοκότητα της διαδικασίας παραγωγής του.<sup>14</sup> Παρ' όλα αυτά θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ένα από τα παλαιότερα πονήματα του πατέρα της αρχαιομεταλλουργίας του σιδήρου, του Radomir Pleiner (1929-2015), καταπιάνεται με την αρχαιολογία και αρχαιογνωσία του σιδήρου στην αρχαία Ελλάδα.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Παπαδημητρίου, 2018, 187-188, Σταϊνχάουερ, 2024, 421-422

<sup>13</sup> Σανίδα, 2023, η διάλεξη του καθηγητή κ. Γεώργιου Σανίδα αποτέλεσε την βάση για το τμήμα αυτό της δημοσίευσης και θα ήθελα να τον ευχαριστήσω θερμά για τον πλούτο πληροφοριών που άντλησα μέσα απ' αυτήν

<sup>14</sup> Serneels, 1998, 7-44, Βαρουφάκης, 2009, 12, Sanidas et al., 2016, 279, Rodier, Berranger και Serneels, 2024, 2

<sup>15</sup> Pleiner, 1969, Cleere, 2011, 3-5, Sanidas et al., 2016, 280



Εικ.16. Παραγωγική διαδικασία (βασισμένο στους Τσαΐμου, 1997, 213, Serneels, 1998, Fig.4, 12)

Πίνακας 1. Βασικά σιδηρούχα ορυκτά

| Ορυκτό  | Ποσοστό Fe | Χρώμα              | Παρατηρήσεις   |
|---|------------|--------------------|--|
| Μαγνητίτης- $\text{Fe}_3\text{O}_4$   | 60-65%     | Μαύρο-μπλέ         | Εντοπίζεται με τη μορφή μαύρης άμμου στην Αν. Μακεδονία και Θάσο <sup>16</sup> |
| Αιματίτης- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  | 50-60%     | Ερυθρό έως μαύρο   | Σπάνια περιέχει φώσφορο ή μαγγάνιο <sup>17</sup>                               |
| Γκαϊπίτης- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} / \text{Fe} \cdot \text{OH}$ | 50-60%     | Μαύρο έως καφέ     | -  |
| Λειμωνίτης- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} / \text{Fe}(\text{OH})_3$  | 30-55%     | Καφέ               | Εντοπίζεται συχνά κοντά σε συγκεντρώσεις άλλων μετάλλων (Pb και Cu)            |
| Σιδηρίτης- $\text{FeCO}_3$  | 50-30%     | Κιτρινωπό έως καφέ | Με φρύξη μετατρέπεται σε αιματίτη  |

Ο σίδηρος σπάνια εμφανίζεται αυτοφυής. Απαντάται συνήθως με τη μορφή σιδηρομεταλλευμάτων (Πίνακας 1).<sup>18</sup> Αποτελεί ένα από τα πιο συνηθισμένα στοιχεία στην επιφάνεια της γης. Η ρευστοποίηση του επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες 1535-1545 °C.<sup>19</sup> Τέτοιες θερμοκρασίες δεν ήταν εφικτές για τους αρχαίους μεταλλουργούς, τουλάχιστον στην Ευρώπη. Αυτό θα αλλάξει με την έλευση της τεχνολογίας του χυτοσίδηρου, πιθανότατα από την Ανατολή, τον 14ο αι. μ.Χ.<sup>20</sup> Οι αρχαίοι μεταλλουργοί έφεραν σε θερμοκρασία 1200 °C τα καμίνια τους, όχι για να λιώσουν τον σίδηρο αλλά τις ακαθαρσίες που περιείχε το σιδηρομετάλλευμα, και σχημάτιζαν τη λεγόμενη σκωρία, η οποία αποβαλλόταν σε ημίρρευση κατάσταση. Ο σίδηρος που παραγόταν με το τρόπο αυτό ήταν μαλακός και εύπλαστος.<sup>21</sup> Με την προσθήκη άνθρακα ο σίδηρος γίνεται πιο σκληρός. Έτσι με ποσοστό 0,02-0,20% άνθρακα έχουμε χάλυβα, ενώ με 2-8% έχουμε χυτοσίδηρο-μαντέμι. Η τεχνολογία της επεξεργασίας του σιδήρου θα φτάσει στον ελλαδικό χώρο από την Μ. Ασία ή την Κύπρο τον 11ο αι. π.Χ. και έκτοτε θα αρχίσει η εκμετάλλευση των τοπικών κοιτασμάτων με σοβαρές επιπτώσεις στην τοπική οικονομία και τον πολιτισμό.<sup>22</sup>

<sup>16</sup> Photos, Koukoulí-Chrysanthaki και Gialoglou 1986, 44,46

<sup>17</sup> Η παρουσία αυτών των στοιχείων απαιτεί φρύξη, Pleiner, 2000, 88

<sup>18</sup> Pleiner, 2000, 88-89, Ζευγώλης, 2014, πιν.1 22,

<sup>19</sup> Ζευγώλης, 2014, 32

<sup>20</sup> Halleux, 1974, 189

<sup>21</sup> «Σφυρίλατος» μεταφ. wrought iron, Τσαΐμου, 1997, 209, «μαλακός ή εργασμένος σίδηρος» Ζευγώλης, 2014, 249

<sup>22</sup> Tylcote, 1992, 53, Sanidas et al., 2016, 280

Η εξόρυξη σιδηρομεταλλεύματος γίνεται συνήθως σε θέσεις όπου η φυσική διάβρωση έχει αποκαλύψει τα σιδηρούχα ορυκτά. Είναι συχνό φαινόμενο να εντοπίζεται πάνω από συγκεντρώσεις ορυκτών που περιέχουν χαλκό ή άλλα μέταλλα, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις το σιδηρομέταλλευμα, κυρίως αιματίτης και λεμωνίτης, είχε χρησιμοποιηθεί σαν συλλίπασμα για την τήξη χαλκού.<sup>23</sup> Είναι πολύ πιθανό η παρουσία αιματίτη στη Δισπιλέζα της Λαυρεωτικής να οδήγησε στον εντοπισμό του γαλινίτη και την εκμετάλλευση του αργύρου.<sup>24</sup> Το χρώμα των σιδηρούχων ορυκτών είναι αυτό που τα καθιστά ευδιάκριτα όταν είναι εκτεθειμένα στην επιφάνεια της γης (Πίνακας 1). Αρχικά, και ανάλογα με τις ανάγκες που υπήρχαν στην περιοχή, η εξόρυξη του σιδηρομεταλλεύματος γινόταν σε λάκκους μικρού βάθους.<sup>25</sup> Δυστυχώς, δεν γνωρίζουμε τέτοια παραδείγματα από τον ελλαδικό χώρο.<sup>26</sup>

Η ανάπτυξη των τεχνικών της μεταλλουργίας του σιδήρου και η αύξηση των αναγκών για το μέταλλο θα οδηγήσει από τα Κλασικά χρόνια και έπειτα στην δημιουργία ορυχείων. Οι αρχαίοι μεταλλουργοί θα ξεκινήσουν τότε να εκμεταλλεύονται γεωλογικούς σχηματισμούς που περιείχαν σιδηρομεταλλεύματα με την μορφή φλεβών.<sup>27</sup> Για αυτόν τον λόγο θα κάνουν την εμφάνισή τους μεταλλευτικές στοές και φρέατα.<sup>28</sup> Είναι μάλιστα πιθανό ότι η εκμετάλλευση κοιτασμάτων πιο «πολύτιμων» μετάλλων να οδήγησε και σε δευτερεύουσες σημασίας εκμετάλλευση σιδηρομεταλλευμάτων, όπως πιθανολογείται για την περίπτωση της Σούριζας.<sup>29</sup> Χαρακτηριστικό παράδειγμα μεταλλευτικής στοάς είναι στον Ορό/Άγιο Ελισσαίο στη χερσόνησο της Λακωνίας, όπου η εκμετάλλευση των σιδηρούχων κοιτασμάτων φαίνεται ότι ήταν συνεχής μέχρι και τα μέσα του περασμένου αιώνα.<sup>30</sup>

Να σημειωθεί εδώ ότι υπάρχει πάντα η δυσκολία χρονολόγησης αυτών των κατασκευών, ειδικά όταν η εκμετάλλευση γίνεται για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η διαδικασία της τήξης που είναι το επόμενο στάδιο της παραγωγικής αλυσίδας του σιδήρου, κατά κανόνα πιστεύεται ότι ελάμβανε χώρα κατά κανόνα κοντά στην περιοχή εξόρυξης.<sup>31</sup> Γι' αυτόν τον λόγο ο εντοπισμός σκωριών τήξης μακριά από οικισμό αποτελεί συνήθως την κυριότερη μαρτυρία της διαδικασίας εξόρυξης. Στην ελληνική βιβλιογραφία οι συγκεντρώσεις τέτοιων σκωριών αποτελούν συχνά τη μοναδική μαρτυρία αυτών των δραστηριοτήτων.<sup>32</sup> Να σημειωθεί επίσης ότι όταν τα κοιτάσματα είναι μικρά η συνεχής εκμετάλλευσή τους οδηγεί στην εξάντληση των αποθεμάτων και άρα είναι πιο δύσκολο να εντοπιστούν αρχαιολογικά.<sup>33</sup> Όμως η γνώση της γεωλογίας και της ορυκτολογίας της περιοχής ενδιαφέροντος, όπως θα δούμε πιο κάτω, μπορεί να παρακάμψει αυτές τις δυσκολίες.

---

<sup>23</sup> Pleiner, 2000, 12

<sup>24</sup> Healy, 1978, 74

<sup>25</sup> Pleiner, 2000, 87

<sup>26</sup> Pleiner, 2000, 95

<sup>27</sup> Pleiner, 2000, 87

<sup>28</sup> Healy, 1978, 91

<sup>29</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981, 150

<sup>30</sup> Bassiakos, 1988, 56.

<sup>31</sup> Forbes, 1964, 197

<sup>32</sup> Παπασταματάκη, 1985, 47,50,52-53, 59, Bassiakos, 1988, 56-57

<sup>33</sup> Pleiner, 2000, 93

Επιστρέφοντας στην παραγωγική διαδικασία του σιδήρου, μετά την εξόρυξη ακολουθεί ο εμπλουτισμός του μεταλλεύματος, που γίνεται με χειροδιαλογή, λειοτρίβηση-θραύση και σπανιότερα (ειδικά στην περίπτωση σιδηρομεταλλευμάτων) επίπλευση. Δυστυχώς, οι αρχαιολογικές ενδείξεις αυτών των φάσεων σπανίζουν, όμως είναι γνωστές από την παραγωγική διαδικασία άλλων μετάλλων.<sup>34</sup> Ειδικά στην περίπτωση που το σιδηρομέταλλευμα είναι θειούχο ή ανθρακούχο, η φρύξη ή πυρωση είναι απαραίτητο στάδιο. Συνήθως γινόταν σε ανοικτή εστία σε θερμοκρασίες μεταξύ 400-800 °C.<sup>35</sup> Με τη διαδικασία αυτή το μέταλλευμα μετατρέπεται σε οξειδίο και έτσι διευκολυνόταν η διαδικασία αναγωγής του σε μέταλλο.<sup>36</sup> Οι εστίες αυτές συνήθως έχουν τη μορφή ρηχού λάκκου στο έδαφος, με καμένα τοιχώματα. Τέτοια παραδείγματα προς το παρόν απουσιάζουν από τον ελλαδικό χώρο.<sup>37</sup>

Η τήξη είναι η εργασία που αφήνει τα περισσότερα αρχαιολογικά κατάλοιπα. Το σιδηρομέταλλευμα θερμαίνεται μέσα σε κλιβάνους μαζί με κάρβουνο σε θερμοκρασίες που συνήθως υπερβαίνουν τους 1100 °C. Επάνω από αυτές τα στείρα υλικά που περιέχει ρευστοποιούνται ώστε να σχηματίσουν τη σκωρία, η οποία αποβάλλεται (Εικ.17). Η τυπολογία ταξινόμησης των κλιβάνων τήξης γίνεται με βάση είτε την ανωδομή τους, είτε τον τρόπο διαχωρισμού της σκωρίας.<sup>38</sup> Οι κλίβανοι τήξης σπανίζουν ως αρχαιολογική μαρτυρία, αφού συχνά με την ολοκλήρωση της διαδικασίας η ανωδομή τους καταστρεφόταν μερικώς ή ακόμη και ολοκληρωτικά για την ανάκτηση του σπογγώδους σιδήρου. Όταν εντοπίζονται αρχαιολογικά έχουν τη μορφή τμημάτων καμένου πηλού, όπως στην περίπτωση της Νεάπολης Λακωνίας.<sup>39</sup> Οι κλίβανοι συχνά εντοπίζονται κοντά στο σημείο εξόρυξης, σε θέσεις με υψόμετρο για την εκμετάλλευση των ανέμων ως πηγής παροχής οξυγόνου αλλά και κοντά στην πηγή παραγωγής του καυσίμου, που συνήθως ήταν ο ξυλάνθρακας.<sup>40</sup> Το μόνο γνωστό επιβεβαιωμένο παράδειγμα από τον ελληνικό χώρο είναι ο πρώιμος κλίβανος του 7ου αι π.Χ. από τον Κομμό της Κρήτης. Πρόκειται για μικρή φρεατώδη κάμινο αναγωγής σιδήρου. Γύρω από το κλίβανο εντοπίστηκαν σκωρίες σιδήρου αλλά και ολοκληρωμένα σιδηρά αντικείμενα, που θεωρείται ότι είχαν αφιερωθεί από τον σιδηρουργό στο παρακείμενο ιερό.<sup>41</sup>

---

<sup>34</sup> Forbes, 1964, 182, Pleiner, 2000, 106

<sup>35</sup> Pleiner, 2000, 107

<sup>36</sup> Pleiner, 2000, 107

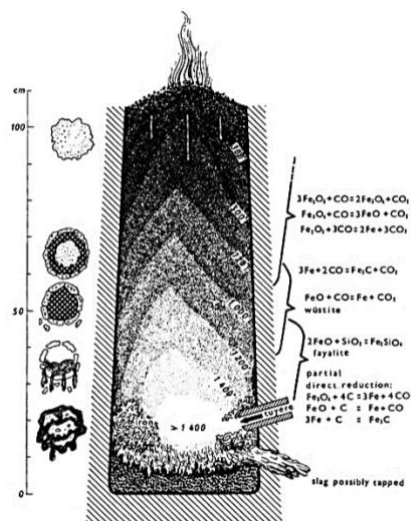
<sup>37</sup> Pleiner, 2000, 109-112

<sup>38</sup> Tylcote, 1992, 49, 63-65, Τσαϊμου, 1997, 214-220, Pleiner, 2000, 145-188

<sup>39</sup> Bassiakos, 1988, 56

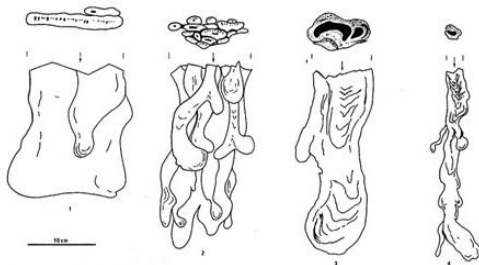
<sup>40</sup> Pleiner, 2000, 118

<sup>41</sup> Shaw και Shaw, 2000, 29, 84-89



Εικ.17. Διαδικασία αναγωγής στον κλίβανο (Pleiner, 2000, fig.33, 134)

Οι πραγματικές σκωρίες τήξης διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους: τις σκωρίες ροής (Εικ. 18) και τις «άμορφες» σκωρίες που σχηματίζονται στο πυθμένα του κλιβάνου. Η παρουσία ή απουσία αυτών των σκωριών μπορεί να βοηθήσει στην ταύτιση του τύπου του κλιβάνου, που έχει χρησιμοποιηθεί.<sup>42</sup> Οι σκωρίες ροής (Εικ. 18) αποτελούνται κυρίως από πυρίτιο το οποίο λιώνει σε θερμοκρασίες 1200 °C και συμπαρασύρει όλες τις υπόλοιπες ακαθαρσίες που περιέχει το σιδηρομετάλλευμα. Είναι συνήθης η προσθήκη συλλιπασμάτων, κυρίως άμμου, για τη διευκόλυνση της συγκεκριμένης διαδικασίας. Οι σκωρίες αυτές περιέχουν μικρή ποσότητα σιδήρου, η οποία, όμως φέρει τη χημική ταυτότητα του σιδηρομεταλλεύματος από το οποίο προήλθε. Η ανάλυση της μπορεί να προσδιορίσει την γεωγραφική θέση προέλευσης της πρώτης ύλης, όπως έχει γίνει για το υλικό από την Ανατολική Μακεδονία και Θάσο<sup>43</sup>, το Άγκιστρο Σερρών<sup>44</sup> και την Ασίνη στην Αργολίδα.<sup>45</sup> Οι σκωρίες ροής έχουν πολύ χαρακτηριστική μορφή, που συνήθως προσομοιάζει με στερεοποιημένη λάβα ή λιωμένο και επαναστερεοποιημένο κερί, ενώ σε άλλες περιπτώσεις σχηματίζουν επίπεδες επιφάνειες με κυματώσεις (Εικ. 18).<sup>46</sup>



Εικ.18-Σκωρίες ροής (Serneels, 1998, fig.14, 20)

<sup>42</sup> Tylcote, 1992, 49, 63-65, Τσαϊμου, 1997, 214-220, Pleiner, 2000, 145-188

<sup>43</sup> Photos, Koukouli-Chrysanthaki και Gialoglou 1986, 44,46

<sup>44</sup> Chiotis, 1996, 77,79, table 1,80, table 2, 81

<sup>45</sup> Backe-Forsberg et al., 2006, 122,124

<sup>46</sup> Bachman, 1982, 30

Ο σίδηρος εντός του κλιβάνου βρίσκεται σε μία στέρεη αλλά εύπλαστη κατάσταση, σχηματίζοντας σπογγώδεις μάζες (Εικ.17).<sup>47</sup> Σε αυτή τη μορφή ο σίδηρος περιέχει συχνά σκωρία αλλά και ίχνη καύσιμης ύλης.<sup>48</sup> Έχει τη μορφή επιπεδόκυρτων μαζών, με μεγάλο βάρος. Η «άνω», σχεδόν επίπεδη επιφάνεια του, συνήθως διακόπτεται από κοίλωμα που προκύπτει από την εμφύσηση αέρα μέσω των φουσερών.<sup>49</sup> Σ' αυτή τη μορφή του ο σίδηρος εύκολα μπορεί να παρερμηνευθεί ως σκωρία τήξης από τη βάση κλιβάνου.<sup>50</sup> Στα νέα ελληνικά δεν υπάρχει συγκεκριμένος όρος ο οποίος να αποδίδει αυτό που στα αγγλικά ονομάζουμε bloom. Ο όρος προέρχεται από το αρχαιότερο βίωμα που σημαίνει κομμάτι μετάλλου, κατά κύριο λόγο αναφερόμενο στον σίδηρο.<sup>51</sup> Στα αρχαία ελληνικά απαντάται ως *μύδρος* ή *σόλος*.<sup>52</sup> Στη σύγχρονη ελληνική βιβλιογραφία αναφέρονται για πρώτη φορά ως «*συντήγματα εξ αναγωγής για την παραγωγή σπογγώδους σιδήρου*» ή απλώς «*συντήγματα*».<sup>53</sup>

Η πλειονότητα των συντηγμάτων (Πίνακας 2) που εντοπίστηκαν στην ανασκαφή της οδού Αρχαγγέλων 4-8 δεν ξεπερνά σε διαστάσεις τα 0,14μ. Τα περισσότερα από αυτά είναι αρκετά μαγνητικά. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το βάρος τους-το 33.3% ξεπερνά σε βάρος το 1 κιλό-δείχνει ότι προέρχονται από επιτυχημένες προσπάθειες αναγωγής σιδηρομεταλλεύματος, πιθανότατα μέσα σε φρεατώδεις κλιβάνους.<sup>54</sup> Αρκετά από τα συντήγματα ξεπερνούν σε μέγεθος τα 0,03μ και παρουσιάζουν επιπεδόκυρτη μορφή. Κατεξοχήν χαρακτηριστικό σχήμα του σπογγώδους συντηγματος σιδήρου (Εικ.20α-β, Πιν.2, παραδείγματα M3, M5, M6, M7, M10.2-4, M10.6-8, M10.10). Παρόμοια συντήγματα προέρχονται από τις θέσεις: Ασκληπειακό, Σούριζα<sup>55</sup> και Αγριλέζα<sup>56</sup> Λαυρίου. Τα μεγάλα επιπεδόκυρτα συντήγματα φέρουν στην ανώτερη επιφάνεια τους ίχνη από το φουσερό που είχε χρησιμοποιηθεί κατά την τήξη (Εικ.20α-β, Πιν.2, παραδείγματα M3, M5, M7, M10.2, M10.3, M10.4, M10.6-7). Πιθανότατα κατέληξαν στη σιδηρουργική εστία για να σφυρηλατηθούν, αποβάλλοντας έτσι τη σκωρία που περιείχαν, έτσι ώστε να σχηματίσουν ράβδους, που αποτελούν την πρώτη ύλη για την κατασκευή των τελικών αντικειμένων από σίδηρο.<sup>57</sup> Όσον αφορά τα συντήγματα ακανόνιστου σχήματος, το παράδειγμα M10.5 (Εικ.20α-β) δείχνει πιθανότατα κάποια ανωμαλία κατά την κάθοδο του ημίρρευστου σιδήρου εντός του κλιβάνου.<sup>58</sup> Τα υπόλοιπα συντήγματα, ακανόνιστου σχήματος, (Εικ.21,Πιν.2 παραδείγματα M10.13), φαίνεται ότι ήταν αποτέλεσμα διαλογής, λιγότερο επιτυχημένων διαδικασιών τήξης. Κατέληξαν στη σιδηρουργική εστία για να συγκολληθούν σε μεγαλύτερα τμήματα με την εν θερμώ σφυρηλάτησή τους.

<sup>47</sup> Forbes, 1964, 195, Τσαϊμού, 1997, 210

<sup>48</sup> Tylcote, 1992, 48

<sup>49</sup> Bassiakos, 1988, 56

<sup>50</sup> Pleiner, 2000, 230

<sup>51</sup> Pleiner, 2006, 230

<sup>52</sup> Halleux, 1974, 190

<sup>53</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981, 150

<sup>54</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981, 160-161

<sup>55</sup> Παπαδημητρίου, 2023, Σχ.15α-γ, 215

<sup>56</sup> Photos-Jones και Jones, 1994, 326, 338

<sup>57</sup> Kotsoglou, 2003, 63,67, Pleiner, 2006, 37-39

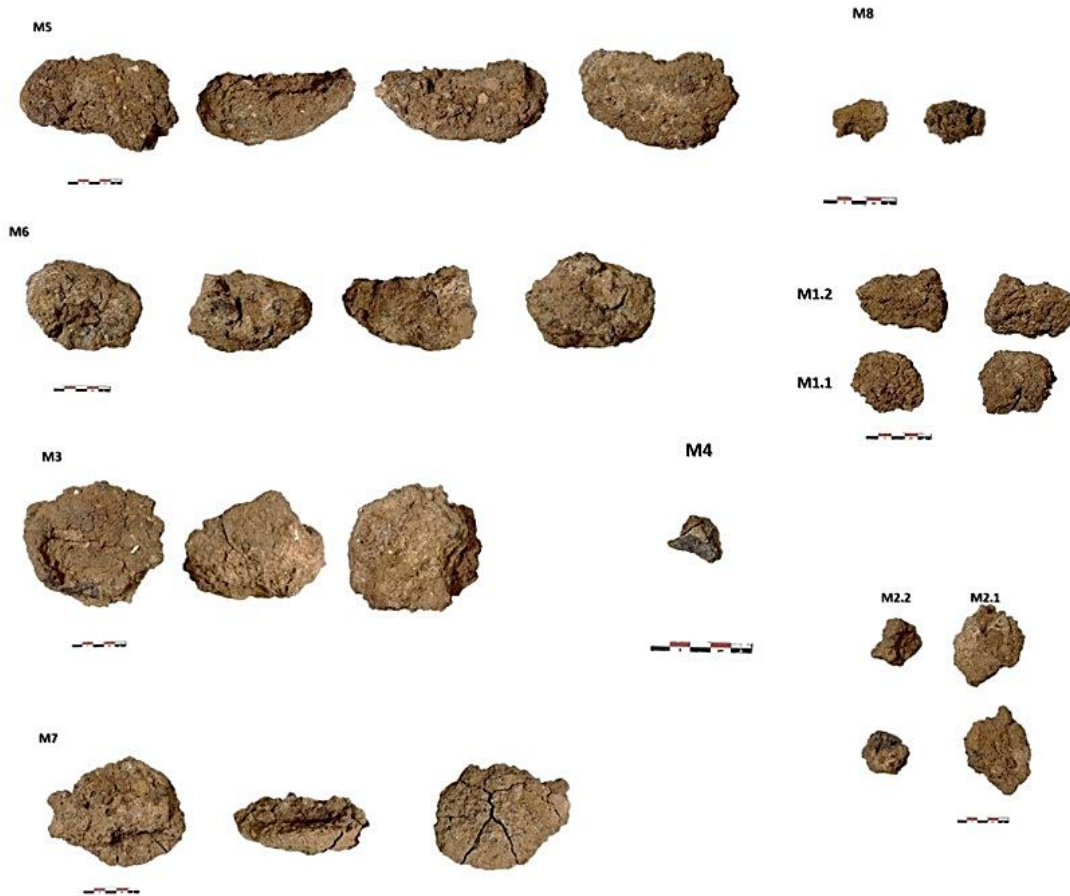
<sup>58</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981, 161, εικ.9



**Πίνακας 2. Κατάλογος συντηγμάτων ανασκαφής**

| A/A    | Τύπος με βάση μορφολογία  | Μέγιστο Πάχος (μ) | Μέγιστο μήκος (μ) | Βάρος(γρ)     | Μαγνητικότητα |
|--------|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------|
| M1.1   | ακανόνιστο σχήμα          | 0,03              | 0,07              | 133           | Ναι           |
| M1.2   | επιπεδόκυρτο              | 0,04              | 0,05.4            | 136           | Ναι           |
| M2.1   | επιπεδόκυρτο              | 0,03.2            | 0,08.6            | 155,38        | Ναι           |
| M2.2   | επιπεδόκυρτο              | 0,02.8            | 0,04.2            | 70,37         | Ναι           |
| M3     | επιπεδόκυρτο              | 0,05              | 0,07.8            | 206           | Ναι           |
| M4     | επιπεδόκυρτο              | 0,01              | 0,01.2            | 4             | Ναι           |
| M5     | επιπεδόκυρτο              | 0,05.6            | 0,12.8            | 821           | Όχι           |
| M6     | επιπεδόκυρτο              | 0,05.3            | 0,09.4            | 533           | Όχι           |
| M7     | επιπεδόκυρτο              | 0,04.7            | 0,11.1            | 602           | Ναι           |
| M8     | επιπεδόκυρτο              | 0,01.5            | 0,03.9            | 16            | Όχι           |
| M9     | επιπεδόκυρτο              | 0,05.3            | 0,09.4            | 533           | Ναι           |
| M10.1  | επιπεδόκυρτο              | 0,08.1            | 0,12.8            | 1409          | Ναι           |
| M10.2  | επιπεδόκυρτο              | 0,14.2            | 0,14.6            | 2157          | Ναι           |
| M10.3  | επιπεδόκυρτο              | 0,07.5            | 0,14              | 1181          | Ναι           |
| M10.4  | επιπεδόκυρτο              | 0,06.1            | 0,10.1            | 1006          | Ναι           |
| M10.5  | ακανόνιστο-συγκόλληση (;) | 0,05.5            | 0,11.5            | 731           | Ναι           |
| M10.6  | επιπεδόκυρτο              | 0,06.9            | 0,11.4            | 723           | Ναι           |
| M10.7  | επιπεδόκυρτο              | 0,04.3            | 0,09.1            | 532           | Ναι           |
| M10.8  | επιπεδόκυρτο              | 0,05.4            | 0,06.7            | 545           | Ναι           |
| M10.9  | ακανόνιστο σχήμα          | 0,06              | 0,05.8            | 215           | Ναι           |
| M10.10 | επιπεδόκυρτο              | 0,05.5            | 0,04.8            | 379           | Ναι           |
| M10.11 | επιπεδόκυρτο              | 0,06.3            | 0,07.4            | 879           | Ναι           |
| M10.12 | ακανόνιστο σχήμα          | 0,03.6            | 0,05.1            | 267           | Ναι           |
| M10.13 | ακανόνιστο σχήμα          | διάφορα μεγέθη    | διάφορα μεγέθη    | Συνολικά 4255 | Ναι           |

Η παρουσία των επιπεδόκυρτων συντηγμάτων σπογγώδους σιδήρου είναι το σημαντικότερο στοιχείο που μας οδήγησε στην ταύτιση της κατασκευής με σιδηρουργική εστία και, συνεπώς, του κτηρίου με αρχαίο σιδηρουργείο. Τα συντήγματα σιδήρου που βρέθηκαν στο εσωτερικό της εστίας και γενικότερα στην ανασκαφή είναι αποτέλεσμα πολλαπλών ολοκληρωμένων διαδικασιών τήξης. Η απουσία σκωριών τήξης δείχνει ότι η διαδικασία γινόταν κάπου αλλού, πιθανότατα κοντά στο σημείο εξόρυξης, το οποίο δεν θα πρέπει να βρισκόταν μακριά από τον χώρο που ανασκάψαμε. Αυτό επιβεβαιώνει και η αρχαιολογία της περιοχής καθώς βρισκόμαστε αρκετά μακριά από οποιοδήποτε αρχαίο οικιστικό πυρήνα ή αγροτική εγκατάσταση.



Εικ. 20α.Συντήγματα εκτός εστίας

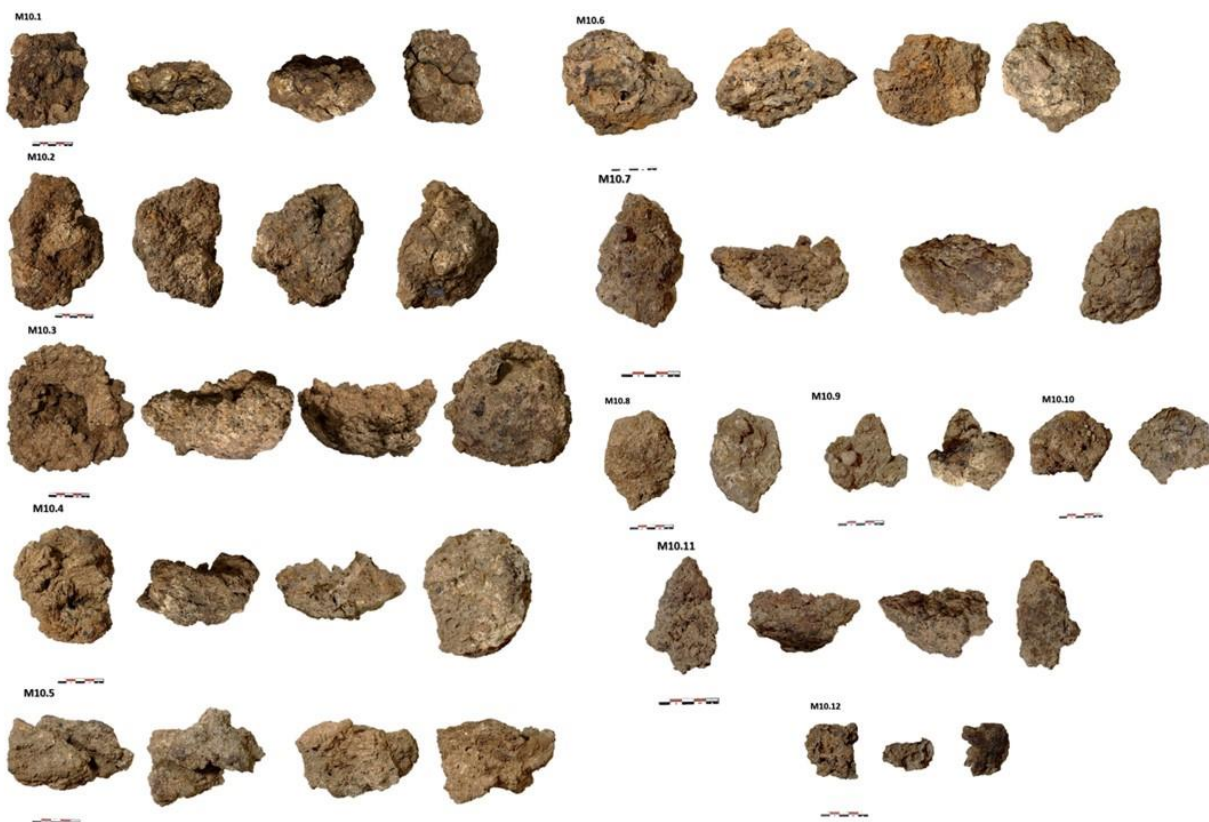
Στο επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του σιδήρου, ο μεταλλουργός αφού ανακτήσει το σπογγώδες σύντηγμα θα πρέπει να προβεί αρχικά σε πρωτογενή σφυρηλάτηση. Σε κάποιες περιπτώσεις η διαδικασία αυτή γίνεται ενώ ακόμα το σύντηγμα είναι πυρωμένο από τον κλίβανο. Η πρωτογενής σφυρηλάτηση γίνεται για δύο πολύ βασικούς λόγους. Πρώτον για την αποβολή της σκωρίας που έχει παγιδευτεί στο σπογγώδες σώμα του σιδήρου και δεύτερον για την συγκόλληση και ομοιογενοποίησή του. Το αποτέλεσμα είναι μια ομοιογενής και σχετικά καθαρή μορφή μαλακού μεταλλικού σιδήρου.<sup>59</sup>

Σε περίπτωση που η πρωτογενής σφυρηλάτηση δεν λάβει χώρα αμέσως μετά την τήξη, η διαδικασία αυτή γινόταν σε σιδηρουργική εστία με αναθέρμανση του συντήγματος σε θερμοκρασίες άνω των 100 °C.

Όπως είδαμε, στο βόρειο τμήμα της ανασκαφής της οδού Αρχαγγέλων 4-8, μεταξύ των τοίχων 3 και 1 αποκαλύφθηκε ο μικρός ορθογώνιος χώρος 1, που ταυτίστηκε με σιδηρουργική εστία (Εικ.6-7,10, Σχ.1-2). Από την ανωδομή της, η οποία εάν υπήρχε, θα ήταν από πηλό, δυστυχώς

<sup>59</sup> Forbes, 1964, 195

δεν διασώθηκε κανένα στοιχείο. Οι σιδηρουργικές εστίες είχαν μεγάλη ποικιλία όσον αφορά το σχήμα αλλά και τον τρόπο και τα υλικά κατασκευής τους.<sup>60</sup> Η ταύτιση τους γίνεται συνήθως από τα υλικά που περιέχουν. Δηλαδή τεφρό στρώμα στάχτης με μαγνητικές μικροσκωρίες<sup>61</sup>, άλλες σιδηρουργικές σκωρίες και, σπανιότερα, όπως στην δική μας περίπτωση, τμήματα συντηγμάτων σπογγώδους σιδήρου.<sup>62</sup>



Εικ. 20β. Συντήγματα από το εσωτερικό της εστίας

Το τεφρό στρώμα από το εσωτερικό της εστίας της ανασκαφής περιείχε, επίσης, καμένους ελαιοπυρήνες. Είναι η πρώτη φορά που εντοπίζεται η χρήση βιομάζας ως καύσιμο στην αρχαία μεταλλουργία. Η χρήση της στην αρχαιότητα ήταν γνωστή για θέρμανση, μαγείρεμα και άλλες βιοτεχνικές εργασίες, όπως το ψήσιμο κεραμικών,<sup>63</sup> ήδη από την εποχή Χαλκού.<sup>64</sup> Η χρήση της στη μεταλλουργία ήταν γνωστή μέχρι τώρα μόνο μέσα από σύγχρονα παραδείγματα.<sup>65</sup> Η χρήση βιομάζας ως καύσιμο για τη σιδηρουργική εστία θεωρείται κατάλληλη αφού παρέχει σταθερή και υψηλή θερμοκρασία για μεγάλα χρονικά διαστήματα, σε αντίθεση με τον ξυλάνθρακα.<sup>66</sup> Η βιομάζα

<sup>60</sup> Pleiner, 2000, 215-227 και 2006, 123-131

<sup>61</sup>

<sup>62</sup> Pleiner, 2000, 215-217 και 2006, 123-125

<sup>63</sup> Rowan, 2015, 465

<sup>64</sup> Rowan, 2015, table1, 469

<sup>65</sup> Ζευγώλης, 2014, 23

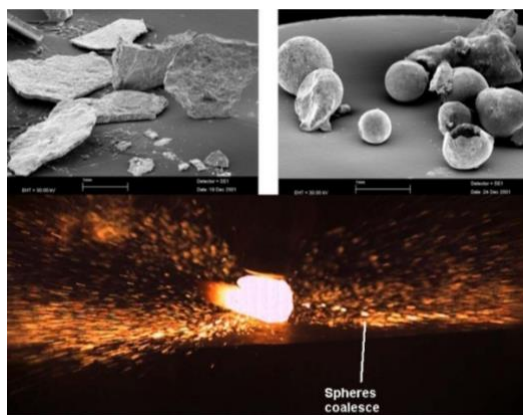
<sup>66</sup> Rowan, 2015, 467

είναι επίσης άοσμη και άκαπνη καύσιμη ύλη κάτι που την καθιστά κατάλληλη για χρήση ακόμα και σε εσωτερικούς χώρους.<sup>67</sup>



Εικ. 21. Μικρά τμήματα συντηγμάτων από το εσωτερικό της εστία

Η διαδικασία εν γένει της σφυρηλάτησης πέρα από τη σιδηρουργική εστία προϋποθέτει και τη χρήση άκμονα. Η εργασία αυτή δημιουργεί μαγνητικές μικροσκωρίες. Αποτελούν το πιο συνηθισμένο τύπο σκωριών σφυρηλάτησης και θεωρούνται ως η σημαντικότερη ένδειξη για τη ταύτιση ενός χώρου με σιδηρουργείο.<sup>68</sup> Όταν ο σίδηρος θερμαίνεται για να σφυρηλατηθεί, σε θερμοκρασίες πάνω από 300 °C, η επιφάνειά του οξειδώνεται δημιουργώντας μία κρούστα, η οποία με τη σφυρηλάτηση αποβάλλεται με τη μορφή επιπέδων μικροσκωριών, οι οποίες αφού κρυώσουν είναι αρκετά μαγνητικές (Εικ. 22).<sup>69</sup> Η δεύτερη κατηγορία μικροσκωριών έχει τη μορφή σφαιριδίων που αποτελούνται από σκωρία και σίδηρο (Εικ. 22). Συχνά είναι κενά στο εσωτερικό τους και φαίνεται ότι σχετίζονται περισσότερο με τη διαδικασία συγκόλλησης. Η τελευταία μπορεί να αφορά είτε τη συγκόλληση τμημάτων σπογγώδους σιδήρου μεταξύ τους, πρωτογενής σφυριλάτησης, είτε την προσθήκη υλικού σε ένα σχεδόν ολοκληρωμένο σιδερένιο αντικείμενο με τη τεχνική του πυρήνα, δευτερογενής σφυριλάτησης.<sup>70</sup>



Εικ. 22. Μαγνητικές μικροσκωρίες (Dungworth και Wilkes, 2007, fig.1-2, 2, fig.17, 18)

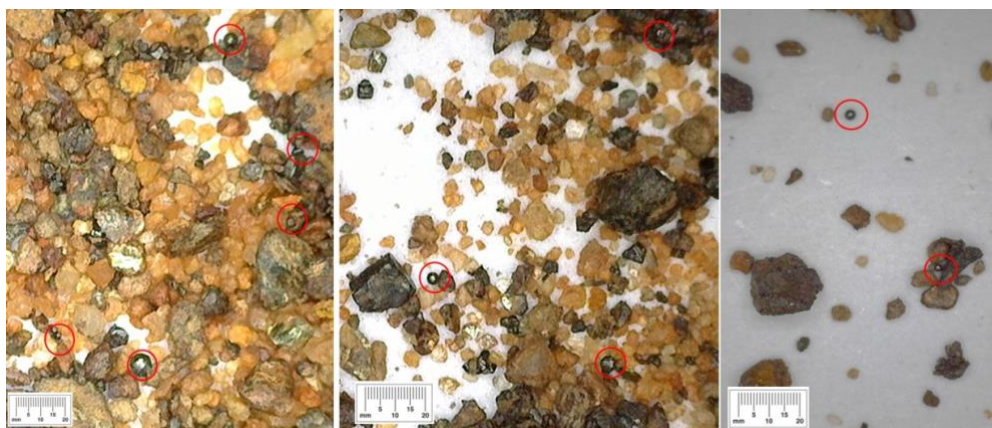
<sup>67</sup> Rowan, 2015, 467

<sup>68</sup> Pleiner, 2000, 215-217 και 2006, 123-125

<sup>69</sup> McDonnell, 1986, 143, 145, Dungworth και Wilkes, 2007, 4

<sup>70</sup> Dungworth και Wilkes, 2007, 2, 33

Από τα δείγματα χώματος που συλλέχθηκαν κατά την ανασκαφή της οδού Αρχαγγέλων μόνο τα τεφρά χώματα από το εσωτερικό της εστίας απέδωσαν μαγνητικές μικροσκωρίες αυτού του είδους και μάλιστα σφαιρικού σχήματος (Εικ. 23). Έτσι επιβεβαιώνεται χωρίς αμφιβολία η ταύτιση του χώρου 1 με σιδηρουργική εστία.



Εικ. 23.Μικροσκωρίες σφαιρικού σχήματος από την εστία-Χώρος 1

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μεταξύ πρωτογενούς και δευτερογενούς σφυρηλάτησης μπορεί να μεσολαβεί ένα ενδιάμεσο στάδιο. Εάν ο μεταλλουργός παρατηρήσει ότι το σύντηγμα εμπεριέχει μεγάλο ποσοστό σκωρίας, εάν δεν το απορρίψει, το κονιορτοποιεί, το διαχωρίζει με χειροδιαλογή και έπειτα προχωρά στη συγκόλληση των μικρών τμημάτων του μετάλλου που συλλέχθηκαν με εν' θερμώ σφυρηλάτηση.<sup>71</sup>

Η ολοκλήρωση αυτών των σταδίων στην παραγωγική διαδικασία του σιδήρου οδηγεί στο σχηματισμό της πρώτης ύλης, η οποία συνήθως παίρνει τη μορφή ράβδων διαφόρων σχημάτων (Εικ. 24). Ταυτίζονται δε αυτές με τους *οβελούς*, στους οποίους πολλοί ερευνητές αποδίδουν ανταλλακτική εμπορική αξία. Είχαν δηλαδή κατά τους πρώιμους Ιστορικούς χρόνους την ίδια χρήση με τα νομίσματα, που κάνουν την εμφάνιση τους αργότερα.<sup>72</sup>



Εικ. 24.Οβελοί και ράβδος σιδήρου από το ιερό του Απόλλωνα στη Μεσημβρία/Ζώνη της Θράκης (Kotsoglou, 2003, fig.2(a), 65, fig.3a, 66)

<sup>71</sup> Pleiner, 2000, 215

<sup>72</sup> Mitchell, 1949, 42, Cook, 1958, 262, Pleiner, 1969, 169, Kotsoglou, 2003, 63, 67

Οι υπόλοιπες εργασίες της παραγωγικής διαδικασίας εμπίπτουν σε αυτό που ονομάζουμε μεταλλοτεχνία του σιδήρου (Εικ. 17). Έχουν να κάνουν δηλαδή με τη δευτερογενή σφυρηλάτηση της πρώτης ύλης σε ολοκληρωμένα πλέον αντικείμενα. Στο στάδιο αυτό γίνεται συχνά η εν θερμώ συγκόλληση στην οποίαν αναφερθήκαμε και πιο πάνω. Σ' αυτό το στάδιο γίνεται επίσης και η σκλήρυνση του μαλακού μεταλλικού σιδήρου. Η σκλήρυνση αυτή στην αρχαιότητα γινόταν σε τμήμα του αντικειμένου και οι αρχαίοι σιδηρουργοί χρησιμοποιούσαν δύο βασικές τεχνικές:

Η πρώτη ονομάζεται χαλύβδωση ή εν μέρει «ατσαλοποίηση». Πρόκειται για μερική ενανθράκωση τμήματος του σιδερένιου αντικειμένου και σπανιότερα ολοκληρωτική. Το αντικείμενο παραμένει για κάποιο χρονικό διάστημα μέσα στη σιδηρουργική εστία σκεπασμένο με την καύσιμη ύλη, σε χαμηλή αλλά σταθερή θερμοκρασία. Η τεχνική αυτή έχει προταθεί για τον τρόπο κατασκευής των συνδέσμων του Ερεχθείου. Σύμφωνα με τους ερευνητές που μελέτησαν τους συνδέσμους, οι αρχαίοι σιδηρουργοί έφτιαχναν πολύ λεπτά φύλλα σιδήρου. Κάποια από τα φύλλα αυτά ενανθρακώνονταν και στη συνέχεια σφυρηλατούνταν μαζί με φύλλα μαλακού σιδήρου. Η τεχνική αυτή θυμίζει τον τρόπο κατασκευής των «δαμασκηνών σπαθιών».<sup>73</sup>

Η δεύτερη τεχνική σκλήρυνσης του σιδήρου γινόταν με τη βαφή, δηλαδή την απότομη εμβάπτιση του θερμού σιδήρου σε κάποιο υγρό. Από το Καραμπουρνάκι Θεσσαλονίκης προέρχεται μαγειρικό σκεύος το οποίο φαίνεται ότι είχε χρησιμοποιηθεί για βαφή σιδερένιων αντικειμένων (Εικ. 25).<sup>74</sup> Η τεχνική της βαφής αναφέρεται ήδη από τον Όμηρο<sup>75</sup>, ενώ έμμεσα μαρτυρείται και από τα σημάδια που έχουν αφήσει τα εργαλεία εξόρυξης στα ορυχεία του Λαυρίου.<sup>76</sup> Και οι δυο τεχνικές μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν συνδυαστικά για τη βελτίωση της σκληρότητας του σιδήρου.



Εικ. 25. Αγγείο βαφής (Σανίδας et al., 2020, εικ.2, 268)

Ένα μεγάλο μέρος της παραγωγικής διαδικασίας του σιδήρου ελάμβανε χώρα είτε σε εξωτερικούς είτε σε ημιυπαίθριους, ακόμα και πρόχειρα κατασκευασμένους, χώρους. Ειδικά μέχρι και το στάδιο της τήξης δεν φαίνεται να απαιτούνταν η χρήση κάποιου κτίσματος ή κλειστού

<sup>73</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981β, 159

<sup>74</sup> Σανίδας et al., 2020, εικ.2, 268, 269

<sup>75</sup> Pleiner, 1969, 10

<sup>76</sup> Κονοφάγος και Παπαδημητρίου, 1981α, 148

χώρου. Στο στάδιο της σφυρηλάτησης και της ολοκλήρωσης των αντικειμένων φαίνεται ότι υπήρχε ανάγκη στέγασης. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούσαν τη χρήση πιο μόνιμων εγκαταστάσεων. Όπως θα δούμε και πιο κάτω, τα σιδηουργεία ήταν απλές κατασκευές χωρίς συγκεκριμένη αρχιτεκτονική τυπολογία. Αυτό που τα καθιστά διακριτά αρχαιολογικά είναι η παρουσία σιδηουργικής εστίας, ακμώνων, δεξαμενών νερού, των υποπροϊόντων των διαδικασιών παραγωγής (σκωρίες σφυρηλασίας) αλλά και ολοκληρωμένων προϊόντων.

Τα γνωστά παραδείγματα αρχαίων σιδηουργείων στον ελλαδικό χώρο είναι ελάχιστα και στη καλύτερη περίπτωση αποσπασματικά. Στην ανασκόπησή του ο Pleiner ενώ παρουσιάζει παραδείγματα από την δυτική, την βόρεια Ευρώπη και τις περιοχές της Μαύρης Θάλασσας, δεν αναφέρεται σε κανένα παράδειγμα από την Ελλάδα.<sup>77</sup> Αυτό έχει να κάνει κυρίως με την κατάσταση της έρευνας στην Ελλάδα, κάτι που δυστυχώς δεν έχει αλλάξει ιδιαίτερα από τη δεκαετία του '70 μέχρι και σήμερα.

Τα ελάχιστα γνωστά παραδείγματα σιδηουργείων εντοπίζονται στον ευρύτερο αρχαίο ελληνικό κόσμο. Ιδιαίτερα σε θέσεις που σχετίζονται με τον αποικισμό της Μεσογείου από τους αρχαίους Έλληνες. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η Ευβοϊκή αποικία των Πιθηκουσών στην Κάτω Ιταλία.<sup>78</sup>

Στη Mezzavia σε μικρή απόσταση από την ακρόπολη αποικίας, που εντοπίζεται στη μικρή χερσόνησο του Monte Vico, εντοπίστηκαν και ανασκάφηκαν τέσσερα κτίσματα των μέσων του 8ου αι. π.Χ. (κτίσματα I-IV, Εικ. 26). Το ορθογώνιο κτήριο III έχει ταυτιστεί από τους ανασκαφείς με σιδηουργείο.<sup>79</sup> Φαίνεται ότι μόνο το δυτικό τμήμα του ήταν στεγασμένο, ενώ σε επαφή με τον δυτικό του τοίχο εντοπίστηκε πήλινη εστία (Εικ. 26). Το δάπεδο του κτηρίου III ήταν καλυμμένο από παχύ τεφρό στρώμα στάχτης, εντός του οποίου εντοπίστηκαν μικρά τμήματα σιδήρου και σκωρίες. Στο κτήριο IV εντοπίστηκαν δύο μεγάλοι λίθοι που έχουν ταυτιστεί με αμόνια και ακόμη μία εστία από πηλό. Έχει ταυτιστεί με σιδηουργική εστία αφού δίπλα της εντοπίστηκαν δύο μεγάλοι, σχεδόν ορθογώνιοι, λίθοι από σκληρό πέτρωμα και επίπεδη επιφάνεια, που λειτουργούσαν ως άκμονες. Τα διάσπαρτα τμήματα σιδηουργικών σκωριών δείχνουν ότι τα κτήρια I, II και IV είχαν χρησιμοποιηθεί για σιδηουργικές εργασίες. Παράλληλα με την κατεργασία σιδήρου υπάρχουν ενδείξεις για επεξεργασία χαλκού αλλά και μολύβδου.<sup>80</sup> Το συγκρότημα εντοπίζεται σε περιοχή μακριά από τον οικιστικό ιστό της πόλης, πιθανότατα για την αποφυγή πυρκαγιών. Το σημείο φαίνεται ότι ήταν εκτεθειμένο στους ανέμους, κάτι που εξυπηρετούσε τους αρχαίους μεταλλουργούς.<sup>81</sup> Ως προς την πηγή προέλευσης του σιδηρομεταλλεύματος έχει προταθεί η νήσος Έλβα. Πιθανολογείται ότι ο αποικισμός της συγκεκριμένης θέσης από τους Ευβοείς έγινε εν μέρει και για την εκμετάλλευση των σιδηρούχων κοιτασμάτων του νησιού αυτού.<sup>82</sup>

---

<sup>77</sup> Pleiner, 2000, 37-39, Pleiner, 2006, 135-138

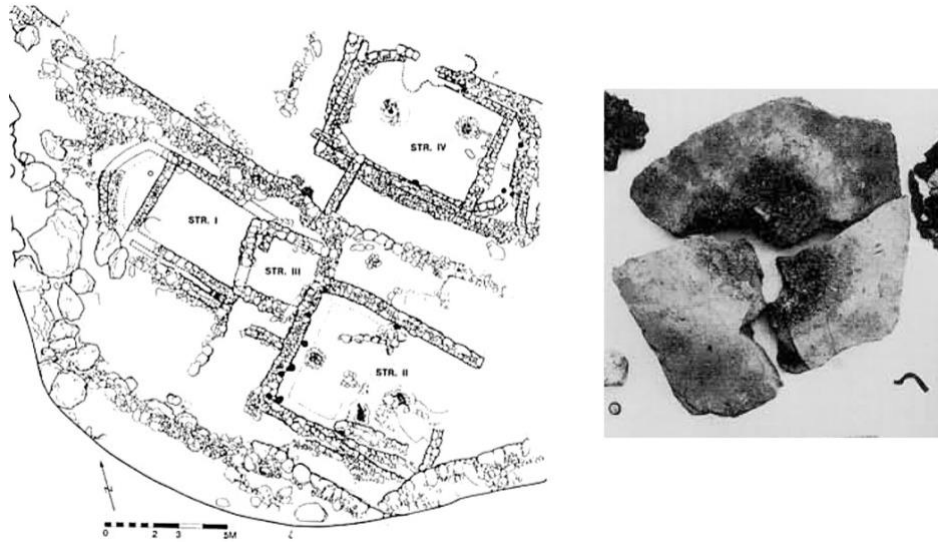
<sup>78</sup> Pleiner, 2000, 38

<sup>79</sup> Klein, 1972, 37

<sup>80</sup> Klein, 1972, 38

<sup>81</sup> Klein, 1972, 38

<sup>82</sup> Klein, 1972, 35,37



Εικ. 26. Κάτοψη ανασκαφής στη Mezzavia-Πιθηκούσες και εστία από την ίδια θέση (Klein, 1972, fig.3, 36, fig.5,37)

Το δεύτερο γνωστό παράδειγμα σιδηρουργείου εντοπίζεται επίσης εκτός του ελλαδικού χώρου, αυτή την φορά στην αρχαία πόλη των Κλαζομενών στα παράλια της Μ. Ασίας. Η πόλη ιδρύθηκε από αποίκους από την αρχαία πόλη της Κολοφώνας. Το σιδηρουργείο εντοπίστηκε στις παρυφές της πόλης της Αρχαϊκής περιόδου, κοντά στη νεκρόπολη, και ταυτίστηκε κυρίως από την παρουσία των υποπροϊόντων της σφυρηλάτησης του σιδήρου αλλά και των λοιπών κατασκευών που εντοπίστηκαν (Εικ. 27). Οι τοίχοι του χώρου σώζονταν πολύ αποσπασματικά, στο επίπεδο των θεμελίων που εδράζον στον φυσικό βράχο. Ο τελευταίος έχει λαξευθεί για τη δημιουργία δεξαμενής νερού, ενώ δύο ακόμα λαξεύματα ορθογώνιου σχήματος έχουν ερμηνευθεί ως σιδηρουργικές εστίες, διαστάσεων 1,13μ x 0,90μ και 1,34μ x 0,88μ (Εικ. 27). Αυτό επιβεβαιώνεται και από το τεφρό στρώμα που εντοπίστηκε στο εσωτερικό των δύο εστιών. Τα τέφρα χώματα έφεραν μαγνητικές μικροσκωρίες αλλά και άλλες σκωρίες σφυρηλάτησης.<sup>83</sup> Μεταξύ των εστιών εντοπίστηκε άκμονας με τη μορφή μεγάλου λίθου με λειασμένη επιφάνεια, που πατούσε σε ρηχό λάξευμα στο βράχο.<sup>84</sup> Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέριμνα για τη διαχείριση του νερού, αφού πέρα από την λαξευμένη δεξαμενή, στα βόρεια της εγκατάστασης διερχόταν αγωγός αποχέτευσης. Οι ανασκαφείς πιστεύουν ότι ο χώρος θα πρέπει να ήταν ημιυπαίθριος.<sup>85</sup>

Δύο ακόμα, πιθανά, σιδηρουργεία μας είναι γνωστά από θέσεις της Αρχαϊκής περιόδου. Το πρώτο εντοπίζεται στο κεντρικό τομέα του οικισμού της Αρχαϊκής περιόδου στον Ωρωπό, και συγκεκριμένα, από το κτήριο Α (Εικ. 28). Ίχνη επεξεργασίας σιδήρου έχουν εντοπιστεί κυρίως εξωτερικά των κτισμάτων του κεντρικού τομέα. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανόν στις διαδικασίες απόρριψης των αρχαίων μεταλλουργών. Το κτήριο Α ήταν το μόνο που απέδωσε από το

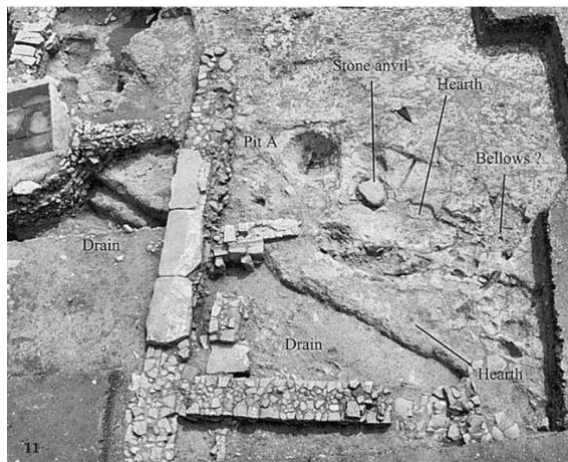
<sup>83</sup> Cevizoglu και Yalçın, 2012, 79

<sup>84</sup> Cevizoglu και Yalçın, 2012, 77

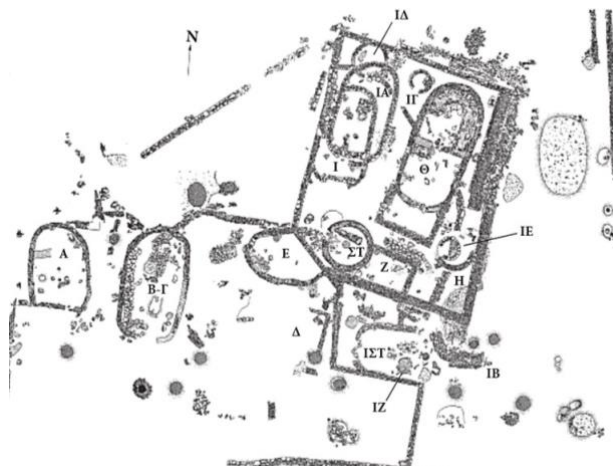
<sup>85</sup> Cevizoglu και Yalçın, 2012, 79



εσωτερικό του μαγνητικές μικροσκωρίες, όπως επίσης και μία πήλινη, πιθανόν σιδηρουργική, εστία (διαμ. 0,35 μ).<sup>86</sup>



Εικ.27.Κλαζομενές. Σιδηρουργείο (Cevizoglu και Yalçin, 2012, fig.11, 92)



Εικ. 28.Ωρωπός. Κάτοψη κεντρικού τομέα, (Doonan και Mazarakis-Anian, 2007, fig.1, 375)

Το δεύτερο παράδειγμα σιδηρουργείου της Αρχαϊκής περιόδου εντοπίστηκε στην αρχαία πόλη της Θάσου, και συγκεκριμένα στην ανασκαφή του οικοπέδου Χαριτόπουλου. Στην θέση ανασκάφηκαν δύο συγκροτήματα. Το συγκρότημα II έφερε στο ανατολικότερό του τμήμα τη βάση κλιβάνου-εστίας (Εικ. 29). Ο χώρος πιθανόν να ήταν ημιυπαίθριος.<sup>87</sup> Από το ανατολικό τμήμα του κτηρίου II προέρχονται τμήματα της ανωδομής του κλιβάνου-εστίας, όπως επίσης απορρίμματα επεξεργασίας τόσο σιδήρου όσο και χαλκού. Η ανάλυση της σκωρίας του σιδήρου έδειξε ότι η πρώτη ύλη, το σιδηρομετάλλευμα, προερχόταν πιθανότατα από τη περιοχή της αρχαίας ακρόπολης της Θάσου.<sup>88</sup>



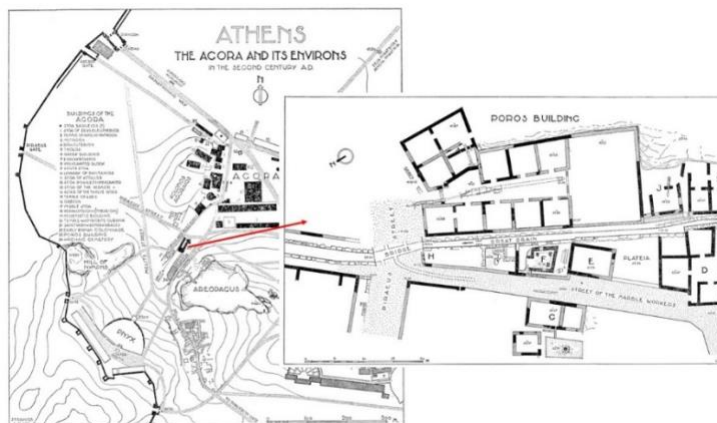
Εικ. 29.Θάσος. Οικόπεδο Χαριτόπουλου (Nerantzis et al., 2017, Fig.2, 3, fig.4,4)

<sup>86</sup> Doonan και Mazarakis-Anian, 2007, 366

<sup>87</sup> Nerantzis et al., 2017, 1

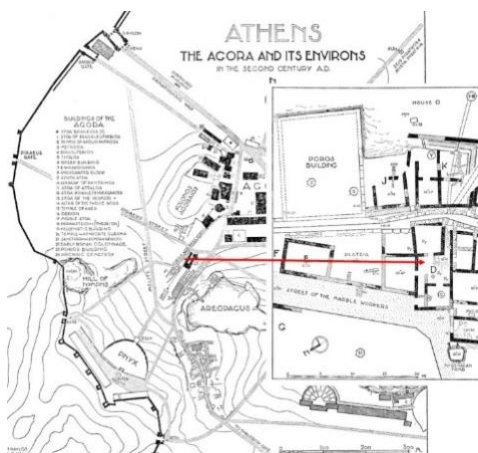
<sup>88</sup> Nerantzis et al., 2017, 11

Λιγότερα είναι τα στοιχεία που διαθέτουμε για την Κλασική και Ελληνιστική περίοδο. Στο δυτικό τμήμα της αρχαίας Αγοράς των Αθηνών έχουν εντοπιστεί τουλάχιστον δώδεκα θέσεις που έχουν ταυτιστεί με εργαστήρια μεταλλοτεχνίας, οι οποίες χρονολογούνται από τον 6ο αι. π.Χ. μέχρι και τον 6ο αι. μ.Χ. και σχετίζονται κυρίως με επεξεργασία ή χύτευση χαλκού. Τα στοιχεία για την επεξεργασία σιδήρου είναι σποραδικά και συνήθως έχουν τη μορφή σκωριών, χωρίς όμως αυτές να συσχετίζονται με κάποιο κτίσμα ή κατασκευή.<sup>89</sup>



Εικ. 30. Αθήνα, συνοικία δυτικά της Αγοράς. «Κτήριο από πωρόλιθο» (Young, 1951, fig.3, 146)

Μεταξύ των λόφων του Αρείου Πάγου και των Νυμφών ανασκάφηκε τμήμα συνοικίας της αρχαίας πόλης των Αθηνών, πολύ κοντά στα νοτιοδυτικά όρια της Αγοράς (Εικ. 30-31). Πιο συγκεκριμένα, στο βόρειο τμήμα των εργαστηριακών εγκαταστάσεων που έχουν ταυτιστεί με εργαστήρια μαρμαροτεχνίας, στο επονομαζόμενο «κτήριο από πωρόλιθο», εντοπίστηκαν ίχνη πιθανής σιδηρουργικής εγκατάστασης με σκωρίες (Εικ. 30).<sup>90</sup> Το κτήριο παρέμεινε σε χρήση από την Κλασική περίοδο μέχρι και την ολοκληρωτική καταστροφή του, το 86 π.Χ., κατά τη διάρκεια της πολιορκίας της πόλης από το ρωμαίο στρατηγό Σύλλα. Στα νοτιοδυτικά του «κτηρίου από πωρόλιθο» ανασκάφηκε, επίσης, σειρά οικιών.



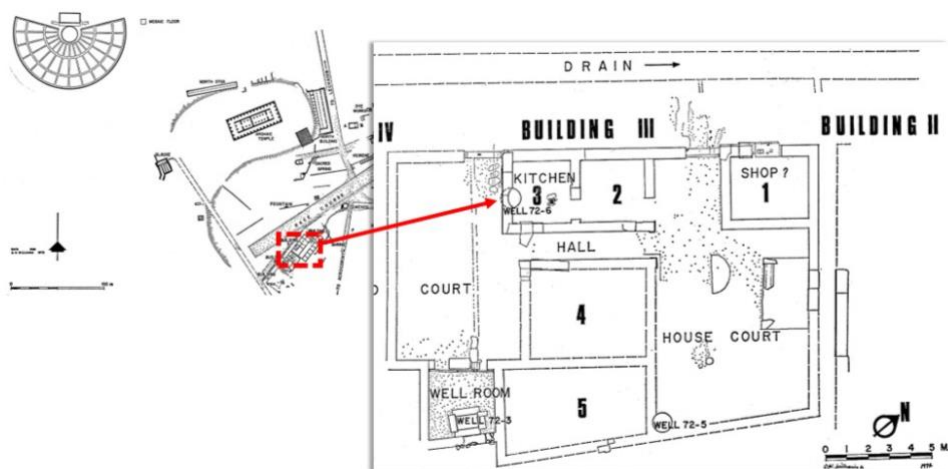
Εικ. 31. Αθήνα, συνοικία δυτικά της Αγοράς. Οικία D (Young, 1951, fig.5, 169)

<sup>89</sup> Mattusch, 1977, 341

<sup>90</sup> Young, 1951, 183

Στην οικία D (Εικ. 31) και συγκεκριμένα, στη νοτιοανατολική γωνία της κεντρικής αυλής, ανασκάφηκε εστία ορθογώνιου σχήματος (διαστ. 2,90μx1,00μ). Ήταν κατασκευασμένη από κεράμους και μικρούς πλακοειδείς λίθους, ενώ το δάπεδο της ήταν στρωμένο με πήλινα πλακίδια. Στο εσωτερικό της εντοπίστηκε στάχτη ενώ τα πλακίδια έφεραν ίχνη έντονης καύσης.<sup>91</sup> Αν και δεν έχει ερμηνευθεί ως σιδηρουργική εστία από τους ανασκαφείς, αυτό θα ήταν πολύ λογικό, αφού στο νοτιοανατολικό τμήμα της αυλής εντοπίστηκαν ίχνη σκωριών σιδήρου αλλά και χαλκού. Στο δωμάτιο 5 επίσης της οικίας εντοπίστηκε μολύβδινος κατάδεσμος όπου αναφέρονται τα ονόματα δύο χαλκουργών και χρονολογείται στον 3ο αι. π.Χ.<sup>92</sup> Ίσως η σιδηρουργική εστία να εξυπηρετούσε τις ανάγκες των εργαστηριακών χώρων που λειτουργούσαν στην περιοχή από την Κλασική περίοδο μέχρι το τέλος της Ελληνιστικής περιόδου. Τέλος, να σημειωθεί ότι μεταξύ των οικιών και του «κτηρίου από πωρόλιθο» εντοπίστηκε μεγάλος αγωγός αποχέτευσης, ο οποίος θα πρέπει να είχε άμεση σχέση με τις εργαστηριακές εγκαταστάσεις που εντοπίζονται εκατέρωθέν του.

Από την αρχαία αγορά της Κορίνθου τα στοιχεία είναι ακόμα πιο αποσπασματικά. Κάτω από το κτήριο III, το οποίο εντοπίζεται στο βόρειο άκρο του ρωμαϊκού Forum, στο δωμάτιο 3, εντοπίστηκαν ίχνη σιδηρουργικής εστίας και εκτεταμένο στρώμα τέφρας με μαγνητικές μικροσκωρίες (Εικ. 32).<sup>93</sup> Δυστυχώς ο χώρος σώζεται αποσπασματικά αφού έχει καταστραφεί σε μεγάλο βαθμό από τις μετέπειτα κατασκευαστικές επεμβάσεις των Ρωμαϊκών χρόνων. Η χρήση του ως σιδηρουργείου τοποθετείται από τους ανασκαφείς στον 5ο αι. π.Χ. Την ίδια περίοδο θα πρέπει να ήταν σε χρήση και το πηγάδι που εντοπίστηκε σε επαφή με τον νότιο τοίχο του δωματίου 3, που θα πρέπει και αυτό να αποτελούσε, μέρος του σιδηρουργείου (Εικ.32).



Εικ. 32.Κόρινθος, κτήριο III (Williams, Angel και Fischer, 1973, fig.4,11)

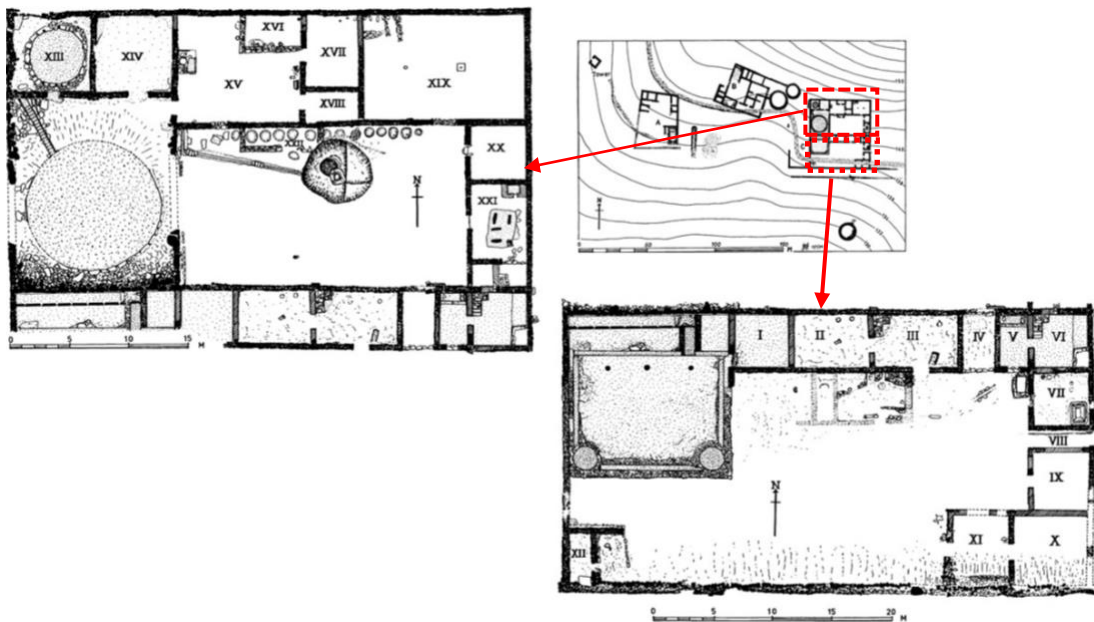
Τέλος, θα αναφερθούμε σε ένα ακόμα παράδειγμα το οποίο, αν και δεν έχει ταυτιστεί με σιδηρουργείο από τους ανασκαφείς, εμφανίζει πάντως αρκετά στοιχεία που δείχνουν ότι ο χώρος είχε χρησιμοποιηθεί έστω και περιστασιακά ως τέτοιο. Πρόκειται για το συγκρότημα C που

<sup>91</sup> Young, 1951, 222

<sup>92</sup> Young, 1951, 222-223

<sup>93</sup> Williams, Angel και Fischer, 1973, 16-17, Mattusch, 1977, 382

ανασκάφηκε στην Αγγιλέζα Λαυρίου και έχει ερμηνευθεί χωρίς αμφιβολία με εργαστήριο εμπλουτισμού μολύβδου, αφού διαθέτει δεξαμενές και πλυντήριο (Εικ. 33).



Εικ. 33.Αγγιλέζα, συγκρότημα C (Photos-Jones και Jones, 1994, fig.1,314, fig.4, 321, fig.5, 324)

Στη νότια αυλή του συγκροτήματος νότια των δωματίων II και III (Εικ. 33), εντοπίστηκε υπαίθριος περιφραγμένος χώρος με πλιθιές, που πατούσαν πάνω στο χωμάτινο δάπεδο της αυλής. Στο ανατολικό τμήμα του χώρου αυτού εντοπίστηκαν δύο χαμηλές τραπεζιόσχημες κατασκευές από πακτωμένο χώμα και πέτρες. Πολύ κοντά σε αυτές εντοπίστηκε το κάτω μέρος αμφορέα, που ήταν ενσωματωμένο στο χωμάτινο δάπεδο. Το εσωτερικό του φέρει έντονα ίχνη καύσης. Ανάμεσα στις δύο τραπεζιόσχημες κατασκευές και πολύ κοντά στον αμφορέα εντοπίστηκε κοιλότητα η οποία φέρει επίσης ίχνη καύσης και, ακριβώς δίπλα σ' αυτή, εντοπίστηκαν σιδερένιοι ήλοι.<sup>94</sup> Στην βόρεια αυλή του συγκροτήματος (Εικ. 33) στο νότιο δωμάτιο XXI, εντοπίστηκε μικρή, πρόχειρη εστία που οριζόταν από μικρές πέτρες, δίπλα στην οποία βρέθηκε ένα επιπεδόκυρτο σύντηγμα σιδήρου.<sup>95</sup> Η υπαίθρια εγκατάσταση στη νότια αυλή του συγκροτήματος C θα μπορούσε να αποτελεί ένα πρόχειρο σιδηρουργείο, ίσως για την κατασκευή ήλων. Ο βυθισμένος πυθμένας αμφορέα θυμίζει το αγγείο βαφής από το Καραμπουρνάκι, όπως επίσης και παραδείγματα αμφορέων που έχουν χρησιμοποιηθεί ακριβώς γι' αυτόν το λόγο σε σιδηρουργεία της νότιας Γαλλίας.<sup>96</sup> Άλλα στοιχεία που μαρτυρούν την παραγωγή και επεξεργασία σιδήρου στο συγκρότημα προκύπτουν από την πληθώρα σκωριών σιδήρου που εντοπίστηκαν διάσπαρτες, όπως επίσης και επιπεδόκυρτα σύντηγματα σιδήρου που βρέθηκαν διάσπαρτα στο δωμάτιο XXII (Εικ. 34). Επίσης εντοπίστηκε λίθινη λεκάνη την οποίαν οι ανασκαφείς πιθανολογούν ότι χρησιμοποιούσαν για τη βαφή σιδερένιων αντικειμένων. Τέλος, στα δωμάτια XXI και III υπάρχουν στοιχεία για σιδηρουργικές

<sup>94</sup> Photos-Jones και Jones, 1994, 322

<sup>95</sup> Photos-Jones και Jones, 1994, 326

<sup>96</sup> Pleiner, 2006, 134

εστίες.<sup>97</sup> Στην περίπτωση του συγκροτήματος C της Αγριλέζας παρατηρούμε ότι, ενώ έχουμε ένα χώρο που σχετίζεται κυρίως με την επεξεργασία μολύβδου, χρησιμοποιήθηκε συμπληρωματικά και πιθανόν περιστασιακά και για την επεξεργασία και παραγωγή σιδηρένιων αντικειμένων. Όσον αφορά την προέλευση της πρώτης ύλης φαίνεται ότι, όπως και στην περίπτωση της Δισπιλέζας, υπήρχαν στη περιοχή εύκολα προσβάσιμα σιδηρούχα πετρώματα.<sup>98</sup> Η μεταλλοφορία σιδήρου στην περιοχή του Λαυρίου έχει άμεση σχέση με παρόμοιες συγκεντρώσεις σιδηρούχων σχηματισμών του ανατολικού Υμηττού. Τόσο το Λαύριο όσο και ο ανατολικός Υμηττός αποτελούν τμήμα του ίδιου γεωλογικού συστήματος, όπως θα δούμε και πιο κάτω.



Εικ. 34.Σύντηγμα σιδήρου (Photos-Jones και Jones, 1994, pl.47.a)

Τα αρχαία σιδηρουργεία είναι συχνά, όπως είδαμε, απλές κατασκευές και δεν χαρακτηρίζονται από κάποια ιδιαίτερη αρχιτεκτονική τυπολογία. Η αναγνώρισή τους αρχαιολογικά συνήθως προκύπτει, όπως φαίνεται και από την πλειονότητα των παραδειγμάτων, κυρίως μέσα από κάποια βασικά και επαναλαμβανόμενα χαρακτηριστικά.

Στις πλείστες των περιπτώσεων τα σιδηρουργεία είναι ημιυπαίθρια. Οι σιδηρουργοί αποζητούσαν τη στέγαση όχι τόσο για την προστασία τους από τα στοιχεία της φύσης, αλλά κυρίως για την παροχή σκίασης. Η σκίαση ήταν αυτή που επέτρεπε στο σιδηρουργό να παρατηρεί το χρώμα του θερμού σιδήρου. Παρατηρώντας το χρώμα ο τεχνίτης γνώριζε την θερμοκρασία που είχε φτάσει το μέταλλο μέσα στη σιδηρουργική εστία.<sup>99</sup> Δυστυχώς, στην περίπτωση της ανασκαφής της οδού Αρχαγγέλων η μικρή έκταση της ανασκαφής δεν μας επέτρεψε να καταλήξουμε σε κάποιο συμπέρασμα για τον τρόπο στέγασης του χώρου.

Η σιδηρουργική εστία αποτελεί τον σημαντικότερο εξοπλισμό ενός αρχαίου σιδηρουργείου. Δεν υπάρχει όπως είδαμε συγκεκριμένη τυπολογία για τις σιδηρουργικές εστίες. Στην περίπτωση της ανασκαφής της οδού Αρχαγγέλων η σιδηρουργική εστία έχει κτιστή μορφή. Όπως είδαμε οι μαγνητικές μικροσκωρίες, αποτέλεσμα της διαδικασίας της σφυρηλάτησης, πρωτίστως απαντώνται στο εσωτερικό αυτών των εστιών αλλά και γύρω από τη θέση όπου βρισκόταν ο άκμονας.

Οι άκμονες αποτελούσαν, επίσης, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του εξοπλισμού των αρχαίων σιδηρουργείων. Σε πολλά από τα παραδείγματα στα οποία αναφερθήκαμε πιο πάνω έχουν τη μορφή μεγάλων σκληρών επίπεδων λίθων, που συχνά φέρουν ίχνη θερμικής καταπόνησης. Στην ανασκαφή της οδού Αρχαγγέλων δεν βρέθηκε άκμονας, είναι όμως πολύ πιθανόν, εάν υπήρξε,

<sup>97</sup> Photos-Jones και Jones, 1994, 326, 356

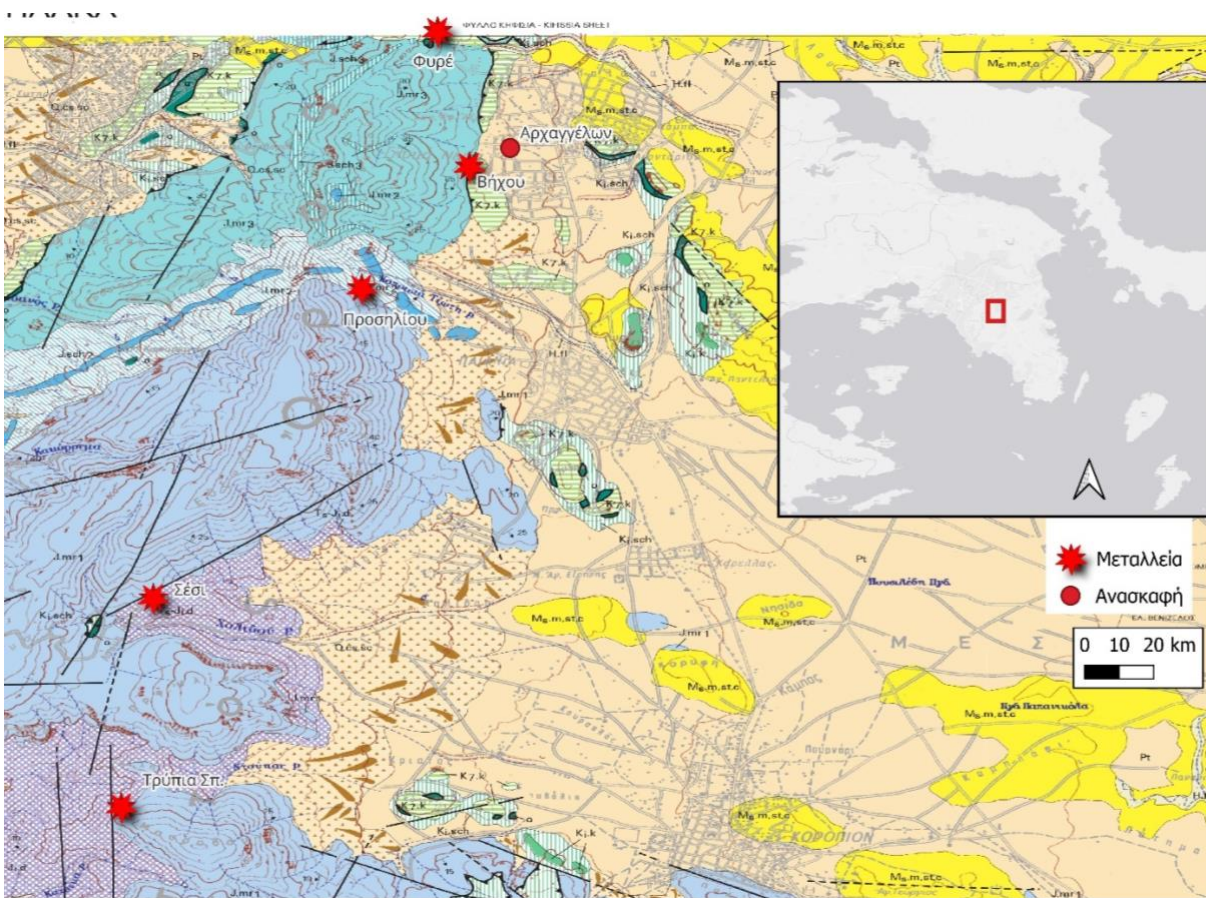
<sup>98</sup> Healy, 1978, 74

<sup>99</sup> Pleiner, 2006, 53-54

να ήταν από φθαρτά υλικά, πιθανότατα κάποιο σκληρό ξύλο, όπως δρύς ή ελιά. Τα μεταλλικά αμόνια θα κάνουν την εμφάνιση τους αργότερα στους Ρωμαϊκούς χρόνους.<sup>100</sup>

Ένα άλλο, βασικό, στοιχείο του εξοπλισμού ενός αρχαίου σιδηρουργείου ήταν οι δεξαμενές νερού. Αυτές όπως είδαμε μπορούσαν να έχουν διάφορες μορφές, από μισοβυθισμένα αγγεία στο έδαφος, μέχρι λαξεύματα στο βράχο, ακόμα και ως κτιστές κατασκευές από κονίαμα, όπως στην περίπτωση της ανασκαφής στην οδό Αρχαγγέλων. Οι δεξαμενές πάντα σχετίζονται με την διαδικασία της βαφής.

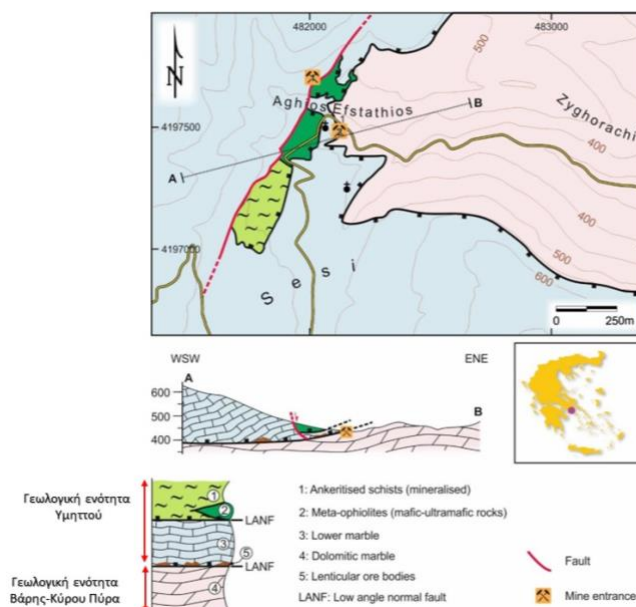
Τα συντήγματα σιδήρου που εντοπίσαμε εντός της σιδηρουργικής εστίας στην ανασκαφή στην οδό Αρχαγγέλων αποτελούν το αποτέλεσμα πολλαπλών επιτυχημένων διαδικασιών αναγωγής σιδηρομεταλλεύματος. Αν και δεν έχουν γίνει μεταλλογραφικές αναλύσεις ακόμα, είναι λογικό να υποθέσουμε ότι η προέλευση της πρώτης ύλης είναι από την ευρύτερη περιοχή. Αυτό στηρίζεται κυρίως σε παρατηρήσεις που έχουν να κάνουν με τη γεωλογική σύσταση της ανατολικής πλευράς του Υμηττού.



Χάρτης 2-Σύγχρονα μεταλλεία σιδήρου στην ανατολική πλευρά του Υμηττού, με μαύρες γραμμές σημειώνονται τα ρήγματα και κατακλάσεις (γεωλογικός χάρτης 1:50.000, Ε.Α.Γ.Μ.Ε., φύλλο «Κορωπί-Πλάκα»)

<sup>100</sup> Pleiner, 2006, 93-94

Η ανασκαφή έγινε κοντά σε μία από τις δυτικότερες συνοικίες των Γλυκών Νερών, που φέρει το τοπωνύμιο «Καμίни». Η ονομασία πιθανότατα προκύπτει είτε από την εγκαταλειμμένη ασβεστοκάμινο που εντοπίζεται στην δυτική επέκταση της οδού Ασκληπιού και δυτικά του αγροτικού χωματόδρομου, είτε σχετίζεται με το νεότερο καμίни των εγκαταλειμμένων μεταλλίων Βήχου λίγο νοτιότερα, δυτικά της τελευταίας συστάδας σύγχρονων οικιών, και της οδού Χάλκης (Χάρτης 2). Τα μεταλλεία Βήχου όπως και μερικά ακόμα σύγχρονα εγκαταλειμμένα μεταλλεία, όπως αυτού στο νότιο άκρο της συνοικίας Προσηλίου, μεταξύ Παιανίας και Γλυκών Νερών, αλλά και τα μεταλλεία Φυρέ που εντοπίζονται στο βορειότερο άκρο του οικισμού των Γλυκών Νερών καταδεικνύουν ότι στο πρόσφατο παρελθόν είχαν γίνει πολλαπλές απόπειρες εκμετάλλευσης των σιδηρούχων κοιτασμάτων στην ανατολική πλευρά του Υμηττού (Χάρτης 2). Στο Σέσι Κορωπίου, επίσης, και στη θέση Τρύπια Σπηλιά (Χάρτης 2) υπάρχουν σύγχρονες μεταλλευτικές στοές.<sup>101</sup> Όλα αυτά τα σύγχρονα μεταλλεία απαντώνται κυρίως στην ανατολική πλευρά του Υμηττού στους ίδιους ακριβώς γεωλογικούς σχηματισμούς και πάντα κοντά σε ρήγματα και κατακλάσεις.



Εικ. 35.Γεωλογικοί σχηματισμοί στο Σέσι, Κορωπίου (Stouraiti et als, 2016, fig.2, 2028)

Πρόσφατες γεωλογικές έρευνες, ειδικά γύρω από το μεταλλείο στο Σέσι Κορωπίου, έδειξαν ότι σε διάφορα σημεία όπου εντοπίζονται ρήγματα και κατακλαστικές ζώνες μεταξύ των γεωλογικών ενότητων «Υμηττού» και «Βάρης-Κύρου Πύρα» (Εικ. 35), ανάμεσα στα ασβεστολιθικά στρώματα των δύο αυτών ενότητων, παρατηρούνται συγκεντρώσεις σιδηρούχων οξειδίων.<sup>102</sup>

Παρόμοιες συγκεντρώσεις εντοπίζονται σε ρήγματα της νοτιοανατολικής Αττικής μέχρι και το Λαύριο.<sup>103</sup> Αυτές οι συγκεντρώσεις είναι συχνά εμφανείς στην επιφάνεια της γης. Είναι πολύ

<sup>101</sup> Κορρές, 2004, 294

<sup>102</sup> Stouraiti et al., 2016, 2025

<sup>103</sup> Μέλφος και Βουδούρης, 2022, 188, Stouraiti et al., 2016, 2026

πιθανόν παρόμοιες συγκεντρώσεις να είχαν εκμεταλλευτεί και οι αρχαίοι μεταλλουργοί του εξεταζόμενου σιδηρουργείου που ανασκάψαμε στην οδό Αρχαγγέλων.

Η ανασκαφή της οδού Αρχαγγέλων στα Γλυκά Νερά αποδεικνύει ότι τα σιδηρούχα κοιτάσματα του Υμηττού ήταν εκμεταλλεύσιμα ήδη από την αρχαιότητα. Η έρευνα μας επιτρέπει να προσθέσουμε μια νέα, άγνωστη μέχρι τώρα, πτυχή της οικονομικής ιστορίας του βουνού. Το Λαύριο έτσι χάνει τη πρωτοκαθεδρία ως ο μόνος χώρος στην Αττική όπου αναπτύχθηκε η τέχνη της μεταλλουργίας και μεταλλοτεχνίας.



## Βιβλιογραφία:

- Bachman, H. 1982. *The identification of slags from archaeological sites*, London-New York:Routledge.
- Backe-Forsberg, Y., Gradin, L., Hjärthner-Holdar, E., Risberg, C., Bassiakos, Y., 2006. "Ancient iron sources in southern Peloponnesus, Greece", *2ο Διεθνές Συνέδριο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας: Πρακτικά*, Αθήνα: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, σ.122-127.
- Βαρουφάκης, Γ., 2009. «Ο ρόλος των μετάλλων και ιδιαίτερα του σιδήρου στο ρυθμό ανέλιξης του πολιτισμού μας». Στο: Δ. Ιγνατιάδου (επιμ.) *Σίδηρος: Ημερίδα Συντήρησης ΑΜΘ*, 2008, Θεσσαλονίκη: Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης αρ.4, σ.11-15.
- Bassiakos, Y., 1988. "Iron metallurgy in Laconia". Στο: R. Jones και H. Catling (επιμ.), *New aspects of archaeological science in Greece. Proceedings of a meeting held at the British School at Athens January 1987*, Occasional paper of the Fitch Laboratory, Athens: British School at Athens, σ.55-58.
- Cevizoglu, H., Yalçın, Ü., 2012. "A blacksmith workshop at Klazomenai". Στο: A. Çilingiroglu και A. Sagona (επιμ.) *Anatolian Iron Ages 7: Proceedings of the seventh Anatolian Iron Age colloquium held at Edirne, 19-24 April 2010*, Ancient Near Eastern Studies Suppl.39, Peeters,Leuven, σ.73-87.
- Cleere, H., 2011. "Radomír Pleiner: the magister ferrariarum at 80". Στο J. Hošek, H. Cleere και L. Mihok, (επιμ.) *The archaeometallurgy of iron. Recent developments in Archaeological and scientific research*, Prague: Institute of Archaeology of the ASCR, σ.3-29.
- Chiotis, E., Koukouzas, C. and Papadimitriou, G., 1996. "Old mining and metallurgical activities in Agistron-Serres-Macedonia", *Πρακτικά Β΄ Συμποσίου Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας (26-28 Μαρτίου 1993)-Αρχαιομετρικές και αρχαιολογικές έρευνες στη Μακεδονία και Θράκη*, Θεσσαλονίκη, σ.77-87.
- Cook, R., 1958. "Speculation on the origin of coinage", *Historia: Zeitschrift für Alte Geschichte* 7.3, σ.257-262.
- Doonan, R. και Mazarakis-Anian, A., 2007. "Forging identity in Early Iron Age Greece: implications of the metalworking evidence from Oropos". Στο: A. Mazarakis-Ainian, (επιμ.) *Oropos and Euboea in the Early Iron Age. Actes of an International round table, University of Thessaly June 18-20, 2004*, Volos: University of Thessaly Publications, σ.361-378.
- Dungworth, D. και Wilkes, R., 2007. *An investigation of hammerscale. Technology report*, Research Department Report 26/2007, Portsmouth: English Heritage.
- Forbes, J., 1964. *Studies in ancient technology-vol. IX-Metallurgy in Antiquity, part2. Coppe and Bronze, Tin, Arsenic, Antimony and Iron*, Leiden.

Halleux, R., 1974. *Le problème des métaux dans la science antique*, Liège: Presses universitaires de Liège.

Healy, J., 1978. *Mining and metallurgy in the Greek and Roman world*, London: Thames and Hudson.

Ζευγώλης, Ε., 2014. *Μεταλλουργία σιδήρου. Θεωρία και τεχνολογία*, Αθήνα: Ίων.

Jones, J., 1990. "Ancient beehives in Thorikos: combed pots from Velatouri", Στο: H. Mussche, J. Bingen, J. Jones και M. Waelkens, (επιμ.) *Thorikos IX (1977/1982). Rapport préliminaire sur les 13e, 14e, 15e et 16e campagnes de fouilles*, Gent: Comité des Foilles belges en Grèce, σ. 63-71.

Jones, J., 1976. "Hives and honey of Hymettus: Beekeeping in ancient Greece", *Archaeology* 29.2, σ. 80-91.

Κακαβογιάννη, Ο., Τσέλιος, Χ., Τσακίρη, Α., Συριανού, Ε., Κουτσοθανάσης, Χ., Ντούνη, Κ. και Κουτρομπή, Α., 2009. «Γλυκά Νερά: Ευρήματα των ιστορικών χρόνων». Στο Β. Βασιλοπούλου και Σ. Κατσαρού-Τζεβελέκη (επιμ.) *Από τα Μεσόγεια στον Αργοσαρωνικό: Β΄ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων-Το Έργο μιας δεκαετίας, 1994-2003, Πρακτικά Συνεδρίου Αθήνα, 18-20 Δεκεμβρίου 2003*, Μαρκόπουλο: Δήμος Μαркоπούλου Μεσογαίας, σ.423-432.

Klein, J., 1972. "A Greek metalworking quarter. Eighth century excavations on Ischia", *Expedition* 14.2, σ. 34-39.

Κονοφάγος, Κ. και Παπαδημητρίου Γ., 1981α. «Η τεχνική τής παραγωγής σιδήρου καί χάλυβος από τους αρχαίους Έλληνες στην Αττική κατά την κλασική περίοδο», *Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών* 56, σ.148-172.

Κονοφάγος, Κ. και Παπαδημητρίου Γ., 1981β. «Οι χαλύβδινοι σύνδεσμοι του Έρεχθείου κατασκευάστηκαν με τεχνική που ξαναβρίσκεται στο Μεσαίωνα στα «Δαμασκηνά σπαθιά», *Πρακτικά της Ακαδημίας Αθηνών* 56, 173-190.

Κορρές, Χ., 2004. «Μεταλλεία σιδήρου στον Υμηττό», *Πρακτικά Ι΄ Επιστημονικής Συνάντησης ΝΑ Αττικής, Καλύβια Θορικού Αττικής (28 Νοεμβρίου-1 Δεκεμβρίου 2002)*, Καλύβια Θορικού: Εταιρεία Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής, σ. 293-299.

Kotsoglou, M., 2003. "Iron and steel currency bars in Ancient Greece", *Mediterranean archaeology and archaeometry* 3.1, σ. 5-12.

Mattusch, C., 1977. "Bronze- and ironworking in the area of the Athenian Agora", *Hesperia* 46.4, σ. 340-379.

Mattusch, C., 1977. "Corinthian metalworking: the Forum area", *Hesperia* 46.4, σ. 380-389.

McDonnell, 1986. *The classification of early Ironworking slags*, vol.1-2, PhD Thesis. Birmingham: University of Aston.

Michell, H., 1949. "The iron money of Sparta", *Phoenix* 1, 42-44.

Μέλφος, Β. και Βουδούρης, Π., 2022. *Κοιτάσματα της Ελλάδος*, Κάλλιπος-Ανοικτές Ακαδημαϊκές εκδόσεις.

Nerantzis, N., Sanidas, G., Benjamin, J., Koze, T. και Panoussi, K., 2017. "An Archaic metallurgical workshop in Thasos (Greece): The case of the Charitopoulos plot", *STAR Science & Technology of Archaeological Research* 3, σ. 1-13.

Παπαδημητρίου, Γ., 2023. «Λειτουργία και τεχνολογία των αρχαίων καμίνων της Λαυρεωτικής υπό το φως των ανασκαφών, των αρχαίων απεικονίσεων και κειμένων», *ΙΖ΄ Επιστημονική Συνάντηση Νοτιοανατολικής Αττικής, 3-7 Οκτωβρίου 2018, Μαρκόπουλο Αττικής*, Μαρκόπουλο, σ.203-216.

Παπαδημητρίου, Γ., 2018. «Ανιχνεύοντας το μεταλλευτικό και μεταλλουργικό τοπίο και την ιστορία της Λαυρεωτικής από το τέλος του 4ου αι. π.Χ. έως και τον 1ο αι. π.Χ.». Στο: Α. Στεφανής (επιμ.) *Πρακτικά ΙΣΤ΄ Επιστημονικής συνάντησης ΝΑ. Αττικής. 18-22 Νοεμβρίου, Λαύριο*, Καλύβια Θορικού: Εταιρεία Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής, σ. 185-205.

Παπασταματάκη, Α., 1985. «Οι σκωρίες της αρχαίας Ελληνικής μεταλλουργίας», *Πρακτικά του Πρώτου Σεμιναρίου Αρχαιομετρίας-Σκωρίες της αρχαίας ελληνικής μεταλλουργίας*, Αθήνα, σ. 41-61.

Peignard-Giros, A., 2012. "Les céramiques communes à Délos à l'époque hellénistique tardive (IIe-IIIe siècles av. J.-C.)", Στο: C. Batigne-Vallet (επιμ.) *Les céramiques communes dans leur contexte régional : faciès de consommation et mode d'approvisionnement. Actes de la table ronde organisée à Lyon les 2 et 3 février 2009 à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée*. Lyon: Publications de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée, σ. 243-256.

Photos-Jones, E., Jones, E., 1994. "The building and industrial remains at Agrileza, Laurion (Fourth century BC) and their contribution to the working of the site", *British School at Athens Annual* 89, σ. 307-358.

Photos, E., Koukouli-Chrysanthaki, H., Gialoglou, G., 1986. "Extractive iron metallurgy on Thasos and the East Macedonian mainland". Στο: R. Jones και H. Catling (επιμ.) *Science in Archaeology: Proceedings of a meeting held at the British School at Athens January 1985*, Fitch Laboratory: occasional paper 2, Athens, σ. 43-47.

Pleiner, R., 2006. *Iron in archaeology: Early European blacksmiths*, Praha: Archeologický ústav AVČR.

Pleiner, R., 2000. *Iron in archaeology: The European bloomery smelters*, Praha: Archeologický ústav AVČR.

Pleiner, 1969. *Iron working in ancient Greece*, Praha: National Technical Museum.

Rodier, J., Berranger, M., Serneels, V., 2024. "Hammerscale and slag inclusion: New insights into metal supply in early iron Age Western Europe", *Journal of Archaeological Science* 163, σ. 1-19.

Σανίδας, Γ., 2023. Δημιουργοί σιδήρου πρώτοι: τεχνικές του σιδήρου και αρχαιολογική έρευνα. Στο <https://youtu.be/BN0j1VMdl8Y?si=4tAjBHH5QKR5YRT3> [επίσκεψη στις 14/07/2023].

Σανίδας, Γ., Γεωργακοπούλου, Μ., Jagou, Β., Τιβέριος, Μ., Μανακίδου, Ε., Τσιαφάκη, Δ., 2020. «Επεξεργασία σιδήρου στο Καραμπουρνάκι κατά την αρχαϊκή περίοδο». Στο Π. Αδαμ-Βελένη, Α. Αρβανιτάκη και Μ. Ζωγάνα (επιμ.), *Το Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και στη Θράκη* 29, 2015, Θεσσαλονίκη, 267-273.

Sanidas, G., Bassiakos Y., Georgacopoulou M., Filippaki E., Jagou B. και Nerantzis N., 2016. “Polykmetos sideros”: à propos du fer en Grèce antique”, *Revue Archéologique* 2016, *Nouvelle série, Fasc.2*, σ. 279-301.

Shaw, J. και Shaw, M.(επιμ.), 2002. *Kommos IV-The Greek sanctuary. Part 1*, Princeton: Princeton University Press.

Σκλάβος, Μ., Τσελεπή, Ε., Ανετάκης Μ. και Μάρκου Σ., 2009. «Αγροικίες και άλλα οικοδομικά συγκροτήματα στη Μερέντα». Στο: Β. Βασιλοπούλου και Σ. Κατσαρού-Τζεβελέκη (επιμ.) *Από τα Μεσόγεια στον Αργοσαρωνικό: Β΄ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων-Το Έργο μιας δεκαετίας, 1994-2003, Πρακτικά Συνεδρίου Αθήνα, 18-20 Δεκεμβρίου 2003*, Μαρκόπουλο: Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας, σ. 79-92.

Serneels, V., 1998. “La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne”. Στο: M. Feugère, V. Serneels (επιμ.) *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale. Monographies Instrumentum 4*, Montagnac, σ. 7-44.

Σταϊνχάουερ Γ., 2024. *Οι Δήμοι της Αττικής. Οικιστική της Αττικής χώρας στην αρχαιότητα*, Αθήνα: Μέλισσα.

Σταϊνχάουερ Γ., 2009. «Οι νέες αρχαιολογικές έρευνες στο αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος». ». Στο: Β. Βασιλοπούλου και Σ. Κατσαρού-Τζεβελέκη (επιμ.) *Από τα Μεσόγεια στον Αργοσαρωνικό: Β΄ Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων-Το Έργο μιας δεκαετίας, 1994-2003, Πρακτικά Συνεδρίου Αθήνα, 18-20 Δεκεμβρίου 2003*, Μαρκόπουλο: Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας, σ. 213-220.

Stouraiti, C., Lekkas, S., Loizos, S., Kanellopoulos, C., 2016. “Iron-Oxide mineralization of Sesi (S. Hymittos, Greece): mineralization within a detachment zone”, *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τόμος L-Πρακτικά 14ου Διεθνούς Συνεδρίου Θεσσαλονίκη, Μάϊος 2016*, σ. 2025-2036.

Tylecote, R., 1992. *A history of metallurgy*<sup>2</sup>, London: Maney, for the Institute of Materials.

Τσαϊμου, Κ., 1997. *Αρχαιογνωσία των μετάλλων: αρχαία μεταλλευτική και μεταλλουργική τεχνική*, Αθήνα.

Rotroff S., 2006. “The introduction of moldmade bowls revisited: Tracking a Hellenistic innovation”, *Hesperia* 75, σ. 357-378.

Rotroff S., 1982. *Hellenistic Pottery: Athenian and imported moldmade bowls-Agora XXII*, Princeton-New Jersey.

Rowan, E., 2015. “Olive oil pressing waste as fuel source in antiquity”, *American Journal of Archeology* 19.4, σ. 465-482

Osborne, M. και Byrne, S., 1994. *A lexicon of Greek personal names-vol. II-Attica*, Oxford.

Williams, C., Angel, J. και Fischer, J., 1973. “Corinth, 1972: The Forum area”, *American Journal of Archeology* 42.1, σ. 1-44.

Young, R., 1951. “An industrial district of ancient Athens”, *Hesperia* 20.3, σ. 135-288.



ΑΙΓΙΔΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Υπουργείο Πολιτισμού

ΧΟΡΗΓΟΙ



ΤΕΧΝΙΚΟ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΤΗΡΙΟ  
ΕΛΛΑΔΑΣ



ΟΜΙΛΟΣ ΤΕΕ ΤΕΡΝΑ

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ



ΜΕΓΑΡΟ  
ΜΟΥΣΙΚΗΣ  
ΑΘΗΝΩΝ