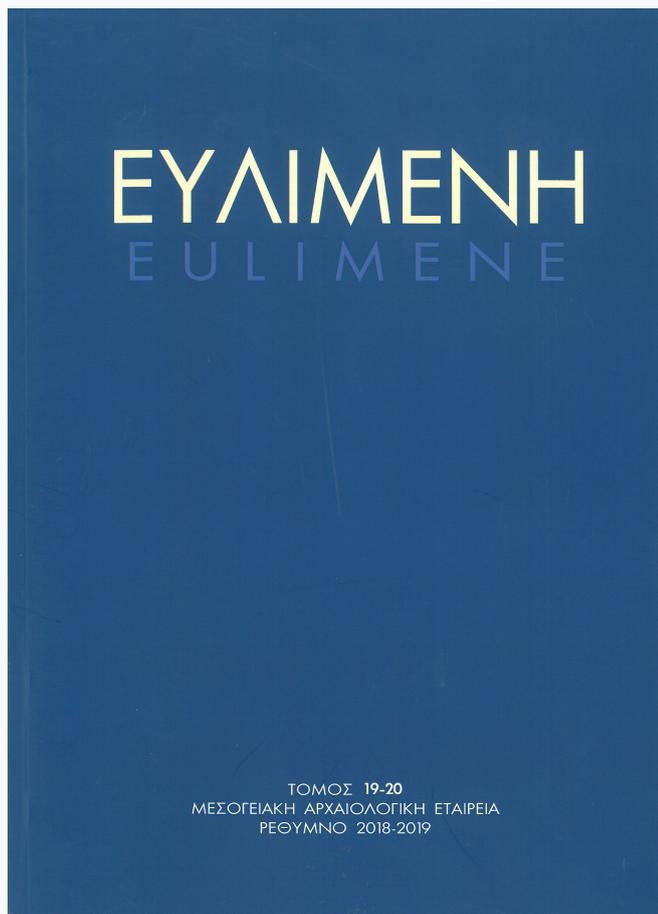


ΕΥΛΙΜΕΝΗ

Τόμ. 19 (2018)

ΕΥΛΙΜΕΝΗ 19-20 (2018-2019)



Η μεταλλουργία της Πιστύρου και της περιοχής της κατά τους ιστορικούς χρόνους: η έρευνα και τα πρώτα πορίσματα

Νεραντζής Νεραντζής, Στρατής Παπαδόπουλος

doi: [10.12681/eul.32835](https://doi.org/10.12681/eul.32835)

ΕΥΛΙΜΕΝΗ

ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΗΝ ΚΛΑΣΙΚΗ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ,
ΤΗΝ ΕΠΙΓΡΑΦΙΚΗ, ΤΗ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΠΥΡΟΛΟΓΙΑ

Τόμος 19-20
Μεσογειακή Αρχαιολογική Εταιρεία
Ρέθυμνο 2018-2019

ΕΚΔΟΣΕΙΣ

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ
ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

Π. Μανουσάκη 5–Β. Χάλη 8
GR 741 00–Ρέθυμνο

Χατζηχρήστου 14
GR 117 42–Αθήνα

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ–ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ

Δρ. Νίκος Λίτινας (Ρέθυμνο)
Καθ. Μανόλης Ι. Στεφανάκης (Ρόδος)

ΒΟΗΘΟΙ ΕΚΔΟΣΗΣ

Δρ. Δήμητρα Τσαγκάρη (Αθήνα)
Δρ. Nicholas Salmon (London)
Μαρία Αχιολά (Ρόδος)

PUBLISHER

MEDITERRANEAN
ARCHAEOLOGICAL SOCIETY

P. Manousaki 5–V. Chali 8
GR 741 00–Rethymnon

Chatzichristou 14
GR 117 42–Athens

PUBLISHING DIRECTORS, EDITORS-IN-CHIEF

Dr. Nikos Litinas (Rethymnon)
Prof. Manolis I. Stefanakis (Rhodes)

ASSISTANTS TO THE EDITORS

Dr. Dimitra Tsangari (Athens)
Dr. Nicholas Salmon (London)
Maria Achiola (Rhodes)

ΕΥΛΙΜΕΝΗ 2018-2019
EULIMENE

ISSN: 1108–5800

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ομ. Καθ. Πέτρος Θέμελης (Ρέθυμνο)
Ομ. Καθ. Νίκος Σταμπολίδης (Ρέθυμνο)
Ομ. Καθ. Alan W. Johnston (Λονδίνο)
Καθ. Mariusz Mielczarek (Łódź)
Καθ. Άγγελος Χανιώτης (Princeton)
Καθ. Μανόλης Ι. Στεφανάκης (Ρόδος)
Δρ. Ιωάννης Τουράτσογλου (Αθήνα)
Δρ. Νίκος Λίτινας (Ρέθυμνο)
Καθ. Αναγνώστης Αγγελαράκης (Adelphi)
Καθ. Σταύρος Περεντιδής (Αθήνα)
Καθ. François de Callataÿ (Paris)
Καθ. Maria Chiara Monaco (Potenza)
Δρ. Marco Fressura (Rome)
Δρ. Marco Vespa (Fribourg)

ADVISORY EDITORIAL BOARD

Em. Prof. Petros Themelis (Rethymnon)
Em. Prof. Nikos Stampolidis (Rethymnon)
Em. Prof. Alan W. Johnston (London)
Prof. Mariusz Mielczarek (Łódź)
Prof. Angelos Chaniotis (Princeton)
Prof. Manolis I. Stefanakis (Rhodes)
Dr. Ioannis Touratsoglou (Athens)
Dr. Nikos Litinas (Rethymnon)
Prof. Anagnostis Agelarakis (Adelphi)
Prof. Stavros Perentidis (Athens)
Prof. François de Callataÿ (Paris)
Prof. Maria Chiara Monaco (Potenza)
Dr. Marco Fressura (Rome)
Dr. Marco Vespa (Fribourg)

Η ΕΥΛΙΜΕΝΗ είναι ένα διεθνές επιστημονικό περιοδικό με κριτές που περιλαμβάνει μελέτες στην Κλασική Αρχαιολογία, την Επιγραφική, τη Νομισματική και την Παπυρολογία εστιάζοντας στον Ελληνικό και Ρωμαϊκό κόσμο της Μεσογείου από την Υστερομινωϊκή / Υπομινωϊκή / Μυκηναϊκή εποχή (12^{ος} / 11^{ος} αι. π.Χ.) έως και την Ύστερη Αρχαιότητα (5^{ος} / 6^{ος} αι. μ.Χ.).

Η ΕΥΛΙΜΕΝΗ περιλαμβάνει επίσης μελέτες στην Ανθρωπολογία, Παλαιοδημογραφία, Παλαιοπεριβάλλον, Παλαιοβοτανολογία, Ζωοαρχαιολογία, Αρχαία Οικονομία και Ιστορία των Επιστημών, εφόσον αυτές εμπίπτουν στα προαναφερθέντα γεωγραφικά και χρονικά όρια. Ευρύτερες μελέτες στην Κλασική Φιλολογία και Αρχαία Ιστορία θα γίνονται δεκτές, εφόσον συνδέονται άμεσα με μία από τις παραπάνω επιστήμες.

Παρακαλούνται οι συγγραφείς να λαμβάνουν υπόψη τους τις παρακάτω οδηγίες:

1. Οι εργασίες υποβάλλονται στην Ελληνική, Αγγλική, Γερμανική, Γαλλική ή Ιταλική γλώσσα. Κάθε εργασία συνοδεύεται από μια περίληψη περίπου 250 λέξεων στην αγγλική ή σε γλώσσα άλλη από εκείνη της εργασίας.
2. Συνομογραφίες δεκτές σύμφωνα με το *American Journal of Archaeology, Numismatic Literature, J.F. Oates et al., Checklist of Editions of Greek and Latin Papyri, Ostraca and Tablets, ASP.*
3. Οι εικόνες πρέπει να υποβάλλονται σε μορφή αρχείου .jpg ή .tiff και σε ανάλυση τουλάχιστον 1,200 dpi (dots per inch) προκειμένου για γραμμικά σχέδια και 400 dpi για ασπρόμαυρες εικόνες (στην κλίμακα του γκρι). Όλα τα εικονογραφικά στοιχεία πρέπει να είναι αριθμημένα σε απλή σειρά.
4. Οι εργασίες υποβάλλονται ηλεκτρονικά στις ακόλουθες διευθύνσεις: litinasn@uoc.gr και stefanakis@rhodes.aegean.gr.

Είναι υποχρέωση του κάθε συγγραφέα να εξασφαλίζει γραπτή άδεια για την αναπαραγωγή υλικού που έχει δημοσιευτεί αλλού ή είναι αδημοσίευτο.

Οι συγγραφείς θα λαμβάνουν ανάτυπο της εργασίας τους ηλεκτρονικά σε μορφή αρχείου .pdf και έναν τόμο του περιοδικού.

Συνδρομές – Συνεργασίες – Πληροφορίες:

Μεσογειακή Αρχαιολογική Εταιρεία

Δρ. Νίκος Λίτινας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Φιλολογίας, Ρέθυμνο – GR 74100 (litinasn@uoc.gr)

Καθ. Μανόλης Ι. Στεφανάκης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Μεσογειακών Σπουδών, Ρόδος – GR 85132

(stefanakis@rhodes.aegean.gr)

web: <http://www.eulimene.eu/>

EULIMENE is an international refereed academic journal which hosts studies in Classical Archaeology, Epigraphy, Numismatics, and Papyrology, with particular interest in the Greek and Roman Mediterranean world. The time span covered by EULIMENE runs from the Late Minoan / Sub Minoan / Mycenaean period (12th / 11th cent. BC) through to the Late Antiquity (5th / 6th cent. AD).

EULIMENE will also welcome studies on Anthropology, Palaeodemography, Palaeo-environmental, Botanical and Faunal Archaeology, the Ancient Economy and the History of Science, so long as they conform to the geographical and chronological boundaries noted. Broader studies on Classics or Ancient History will be welcome, though they should be strictly linked with one or more of the areas mentioned above.

It will be very much appreciated if contributors consider the following guidelines:

1. Contributions should be in either of the following languages: Greek, English, German, French or Italian. Each paper should be accompanied by a summary of about 250 words in one of the above languages, either in English or in other than that of the paper.
2. Accepted abbreviations are those of *American Journal of Archaeology, Numismatic Literature, J.F. Oates et al., Checklist of Editions of Greek and Latin Papyri, Ostraca and Tablets, ASP.*
3. Illustrations should be submitted in .jpg or .tiff format of at least 1,200 dpi (dots per inch) for line art and 400 dpi for halftones (grayscale mode) resolution. All illustrations should be numbered in a single sequence.
4. Please submit your paper to: litinasn@uoc.gr and stefanakis@rhodes.aegean.gr.

It is the author's responsibility to obtain written permission to quote or reproduce material which has appeared in another publication or is still unpublished.

Offprint of each paper in .pdf format, and a volume of the journal will be provided to the contributors.

Subscriptions – Contributions – Information:

Mediterranean Archaeological Society

Dr. Nikos Litinas, University of Crete, Department of Philology, Rethymnon – GR 74100 (litinasn@uoc.gr)

Prof. Manolis I. Stefanakis, University of the Aegean, Department of Mediterranean Studies, Rhodes – GR

85132 (stefanakis@rhodes.aegean.gr)

web: <http://www.eulimene.eu/>

Περιεχόμενα
ΕΥΛΙΜΕΝΗ 19-20 (2018-2019)

List of Contents
EULIMENE 19-20 (2018-2019)

Περιλήψεις / Summaries / Zusammenfassungen / Sommaires / Riassunti	vi
Νεραντζής Νεραντζής – Στρατής Παπαδόπουλος , Η μεταλλουργία της Πιστύρου και της περιοχής της κατά τους ιστορικούς χρόνους: η έρευνα και τα πρώτα πορίσματα.....	1
Αγγελική Δεμπέση , Το προβάδισμα των κρητικών εργαστηρίων στη διαμόρφωση εικονογραφικών τύπων κατά την πρώτη χιλιετία π.Χ.	25
Paul A. Iversen , Lunisolar Calendars, the Antikythera Mechanism, the Halieia of Rhodes and some thoughts on the Calendars of Rhodes and Kos	39
Μέλπω Ι. Πωλογώργη , Αγαλμάτιο νεαρής ανδρικής μορφής των ρωμαϊκών χρόνων	123
Βιβλιοκρισία – Book Review	
<i>Sylloge Nummorum Graecorum</i> . Poland Volume I. The Archaeological and Ethnographical Museum in Łódź. Part 3 <i>Bosporus – Cilicia</i> by Mariusz Mielczarek, The Polish Academy of Arts – The Institute of Archaeology and Ethnology, The Polish Academy of Sciences, Kraków – Warszawa, 2016, ISBN 978-83-7676-258-6,122, σελ. 122, πιν. 42. (Μανόλης Ι. Στεφανάκης)	133

Περίληψεις / Summaries / Zusammenfassungen /

Sommaires / Riassunti

Νεραντζής Νεραντζής – Στρατής Παπαδόπουλος, Η μεταλλουργία της Πιστύρου και της περιοχής της κατά τους ιστορικούς χρόνους: η έρευνα και τα πρώτα πορίσματα, *EYAIMENH* 19-20 (2018-2019), 1-24.

The metal production at Pistyros and the surrounding area in the historical period: Reserach and first results. This article focuses on metal production at the Thasian colony of Pistyros in Aegean Thrace during the Classical/Hellenistic periods. Evidence for mining activity in the Lekani Mountains, that was mentioned by ancient authors is also under examination. Mining shafts and galleries, mineral processing areas and slag heaps represent direct evidence for the organization and running of large-scale metal production in this region. With the foundation of Thasian colonies and emporia in the coastal zone, the output in metals increased and this became possible through the involvement of Thracian manpower as they were more numerous and better suited to exploit these resources. On the other hand, the Greeks of the colonies traded finished products in exchange for raw materials. This reciprocal relation is corroborated by recent evidence for metal production deriving from the ongoing excavation at Pistyros, namely large volumes of metallurgical slag. The archaeological findings reveal that primary smelting of iron/manganese ores bearing precious metals and argentiferous lead ores were smelted at Pistyros for the extraction of silver and possibly also gold. The coexistence of slag, speiss and litharge at Pistyros provide clues to the potential workflow for precious metals extraction. Thus, it is being suggested that three liquid layers formed within the same furnace: a) slag floating on the top, b) speiss separating in the middle and c) a layer rich in Pb/Ag collected at the bottom. The next stage would involve further treatment of the Pb/Ag product through cupellation for the separation of lead from silver during which platy litharge was formed, characteristic examples of which were found during excavation. The supply of raw materials, i.e. minerals and timber for charcoal, from the mining zone in the Lekani Mountains was a matter of negotiation and exchange between the indigenous Thracian miners and the Thasian populations of the colonies.

Αγγελική Λεμπέση, Το προβάδισμα των κρητικών εργαστηρίων στη διαμόρφωση εικονογραφικών τύπων κατά την πρώτη χιλιετία π.Χ., *EYAIMENH* 19-20 (2018-2019), 25-38.

The precedence of Cretan workshops in the formation of iconographic types during the 1st millennium B.C. The discussion of the entitled subject demonstrates the leading contribution of Cretan workshops to the shaping of six iconographic types from the 10th century BC on, which appear later in the iconography of the rest of Greece. The innovative creation of these types is due to the continuous manufacture of anthropomorphic artefacts from the 2nd to the 1st millennium BC and to the dynamic Minoan past of Crete.

Paul A. Iversen, Lunisolar Calendars, the Antikythera Mechanism, the Halieia of Rhodes and some thoughts on the Calendars of Rhodes and Kos, *EYAIMENH* 19-20 (2018-2019), 39-122.

This paper will discuss the logic, history and development of lunisolar calendars, including the *octaëteris*, the Metonic Cycle and Callippic Cycle periods (particularly how the latter two are employed on the Antikythera Mechanism), as well as the years, season, history and events of the Halieia games of Rhodes (which are also attested on the Antikythera Mechanism). It will also discuss the order and seasons of the months and the day-nomenclature of the calendars of Rhodes and Kos as well as their semester systems. Here it will be argued that there were two separate calendars in operation with different starting points at both these city-states – an Eponymous Calendar-Year and a Bouleutic Calendar-Year. The paper will also discuss the intercalary month Πάναμος δεύτερος at Rhodes along with various theories concerning the Διπανάμια festival there.

Finally, the paper will conclude by analyzing the years in which several Rhodian festivals were celebrated, based upon which several Rhodian inscriptions will be redated.

Μέλπω Ι. Πωλογιώργη, Αγαλμάτιο νεαρής ανδρικής μορφής των ρωμαϊκών χρόνων, *EYAIMENH* 19-20 (2018-2019), 123-132.

Roman statuette of a young male figure. The sculpture published here, kept in the Archaeological Museum of Piraeus (inv. no 1212), is a freestanding, smaller than life-size (max. preserved height: 0.415 m) statuette of a nude young man, preserved from the waist up. Evidence concerning its provenance does not exist, as the date at which the statuette was handed over to the Archaeological Museum of Piraeus remains unknown and no further information is available. Around 1971-72, the late Professor Giorgos Despinis, who served as Curator of Antiquities at the time, entered a brief description of the object into the Museum's Inventory. The statuette is made of white, fine-grained marble, possibly Pentelic, covered with light brown patina. Aside from the lower body and the legs, the right upper limb is missing from the middle of the arm down. Similarly, the largest part of the left upper limb, which was possibly raised, is missing, also from the middle of the arm down. Traces of a round socket, intended for the insertion of a dowel, are preserved in the centre of the broken surface of the left arm. One more circular socket is found on the left shoulder connected to a shallow, narrow groove. On the left side of the torso, the remains of an integral rectangular support (*puntello*) survive, whose broken surface indicates that it was angled, leaning forward. Rasp marks are visible on either side of the neck, the area covered by the curls, as well as the left side of the torso, from the armpit to the *puntello*. Extensive use of drill is evident in the rendering of the hair. The figure's hair that features "anastole" above the forehead, consists of rich curls that grow unevenly, framing the beardless youthful face, covering the ears completely. Based on stylistic grounds, the statuette is datable around the mid-2nd century AD or shortly later. The preserved evidence leads to the assumption that the figure held most likely a cornucopia in his raised left hand. The statuette depicted possibly a daemon or personified a benevolent force or a river.

Η ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΠΙΣΤΥΡΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥΣ: Η ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Η περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας αποτελεί μία από τις πλουσιότερες μεταλλοφόρες ζώνες της ηπειρωτικής Ελλάδας. Ο προσπορισμός μεταλλικών ορυκτών, σε πρώτο στάδιο με επιφανειακή και αργότερα με υπόγεια εξόρυξη, αποτέλεσε διαχρονικά σημαντική οικονομική στρατηγική των πληθυσμών της. Ενδείξεις μεταλλευτικών και μεταλλουργικών δραστηριοτήτων τόσο της αρχαιότητας όσο και της Βυζαντινής και Οθωμανικής περιόδου απαντούν σε πολλές θέσεις με υπόγειες μεταλλευτικές στοές και πληθωρική παρουσία μεταλλουργικών σκωριών.¹ Τα παραπάνω συνιστούν αδιάσειστη αρχαιολογική μαρτυρία της εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της περιοχής για, τουλάχιστον, δύο χιλιετίες. Η μελέτη της σημαντικής αυτής μεταλλουργικής παράδοσης παραμένει ανεπαρκής και, στην καλύτερη περίπτωση, επισφαλής.

Η συστηματική ανασκαφή της Πιστύρου², αποικίας της Θάσου στα ανατολικά της Νεαπόλεως, σημερινής Καβάλας, προσφέρει αξιολογικά νέα στοιχεία για τη μελέτη της μεταλλευτικής και μεταλλουργικής τεχνολογίας στη Βόρεια Ελλάδα κατά την αρχαιότητα. Αφενός επειδή τα ευρήματα που σχετίζονται με τη μεταλλουργία είναι πολυπληθή και ιδιαίτερης σημασίας, καθώς αποκαλύπτουν την εξαγωγή πολύτιμων μετάλλων, αφετέρου διότι βρέθηκαν σε στρώματα που χρονολογούνται με ασφάλεια στην Κλασική και στην Ελληνιστική περίοδο. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των μεταλλουργικών ευρημάτων της ανασκαφής και των ενδείξεων μεταλλευτικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή της οροσειράς της Λεκάνης, επιχειρώντας να προσεγγίσει ζητήματα της παραγωγής των μετάλλων και των σχέσεων Θασίων αποίκων και γηγενών Θρακών όσον αφορά την άσκηση της μεταλλουργίας.³

Απαρχές και εξέλιξη της μεταλλουργίας στην Ανατολική Μακεδονία

Η αρχαιολογική έρευνα των τελευταίων ετών στη Βαλκανική χερσόνησο/ΝΑ Ευρώπη έχει καταδείξει τη σημασία της πρώιμης εμφάνισης της μεταλλουργίας, η οποία επηρέασε δραστικά την κοινωνικο-οικονομική δυναμική της Νεότερης Νεολιθικής περιόδου.⁴ Πρόσφατες μελέτες απέδειξαν ότι η εμφάνιση της μεταλλουργίας στα Βαλκάνια, μεταξύ 5500 και 5000 π.Χ., προέκυψε από μικρά βήματα δοκιμής και λάθους

¹ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990· Photos *et al.* 1986· Nerantzis 2016.

² Παπαδόπουλος και Ζάννης, υπό έκδοση.

³ Παπαδόπουλος και Ζάννης 2009, 99.

⁴ Roberts *et al.* 2009, 1015· Hansen 2013, 244.

(trial and error) και μετά από μακροχρόνιο πειραματισμό με μεταλλεύματα διαφόρων τύπων. Ο εντοπισμός υπόγειων μεταλλείων χαλκού σε θέσεις της Σερβίας (Rudna Glava) και της Βουλγαρίας (Aibunar) σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο αριθμό μεταλλουργικών ευρημάτων –όπως αυτών από τις θέσεις Belovode και Pločnik– και μετάλλινων αντικειμένων –με γνωστότερο παράδειγμα τα χρυσά και χάλκινα κτερίσματα των νεκροταφείων της Varna– τεκμηριώνουν τη δυναμική εξέλιξη της πρώιμης χρήσης των μετάλλων μεταξύ 5500 και 4500 π.Χ.⁵

Οι εξελίξεις αυτές επηρέασαν άμεσα τον βορειοελλαδικό χώρο, όπως προκύπτει από ανασκαφικά ευρήματα πρώιμης μεταλλουργίας. Οι προϊστορικοί μεταλλουργοί χρησιμοποιούν τη νέα τεχνολογία για την κατασκευή μικρών εργαλείων και κοσμημάτων, ήδη από την 5η χιλιετία π.Χ., στις θέσεις Προμαχόνας-Τορολνίκα (φάση III),⁶ Σιταγροί (φάση III)⁷ και Ντικλι Τας (φάση II).⁸ Από τη Θάσο προέρχονται τα πρωιμότερα στο βόρειο Αιγαίο ευρήματα απόληψης αργύρου από τα αργυρομολυβδούχα κοιτάσματα του νησιού, μέσω μιας σύνθετης διαδικασίας κυπέλλωσης για τον διαχωρισμό του μολύβδου από τον άργυρο.⁹ Κατά τη διάρκεια της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού διαπιστώθηκε ότι οι τεχνικές των μετάλλων διευρύνονται σημαντικά, καθώς οι μεταλλουργοί παράγουν κράματα χαλκού αρχικά με αρσενικό και αργότερα με κασσίτερο, μέταλλο που εισάγεται πιθανότατα από την Ανατολία.¹⁰

Κατά την εποχή της αποικιακής εξάπλωσης και της ίδρυσης ελληνικών πόλεων στην Αιγαιακή Θράκη, η εκμετάλλευση των μεταλλοφόρων κοιτασμάτων εντατικοποιείται. Βελτιωμένες τεχνικές εξόρυξης στα μεταλλεία, κατάλληλη επεξεργασία και συστηματικός εμπλουτισμός των μεταλλευμάτων οδήγησαν σε αποτελεσματικότερη απόληψη πολύτιμων μετάλλων. Καλύτερα εργαλεία εξόρυξης και θραύσης, αποτελεσματικότερες μέθοδοι αποστράγγισης στις υπόγειες στοές και σύνθετα συστήματα ανύψωσης των εξορυσσόμενων μεταλλευμάτων αποτέλεσαν σημαντικές εξελίξεις που εισήχθησαν γύρω στον 6ο αι. π.Χ., βελτιώνοντας ουσιαστικά τις αποδόσεις σε μέταλλο.¹¹ Η μακρόχρονη τεχνική πρόοδος στην εξόρυξη και επεξεργασία των ορυκτών καθώς και στην παραγωγή των μετάλλων μας έχει κληροδοτήσει άφθονα τεκμήρια, η μελέτη των οποίων προάγει την καλύτερη κατανόηση των οικονομικών πρακτικών που υιοθετήθηκαν και της άσκησης πολιτικού ελέγχου των πολύτιμων αυτών φυσικών πόρων.

Σύμφωνα με τις αρχαίες γραπές πηγές ενεργά μεταλλεία αργύρου και χρυσού υπήρχαν στη Θάσο, στο όρος Παγγαίο, στο όρος Δύσορον και στην περιοχή της λίμνης Πρασιάδος,¹² σε θέσεις, δηλαδή, όπου το θρακικό στοιχείο ήταν πληθυσμιακά κυρίαρχο. Ένας αριθμός θέσεων μεταλλευτικής δραστηριότητας και εκκαμίνευσης με σωρούς σκωριών καθώς και λιγοστά εργαστήρια μεταλλοτεχνίας που έχουν ανασκαφεί, αποτελούν τα υλικά κατάλοιπα ενός σύνθετου δικτύου οργάνωσης με τη συμμετοχή Ελλήνων αποίκων

⁵ Radivojevic and Rehren 2016.

⁶ Koukouli-Chrysanthaki and Bassiakos 2002, 193.

⁷ Renfrew and Slater 2003, 305.

⁸ Seferiadis 1992, 115.

⁹ Papadopoulos 2008, 65· Bassiakos *et al.* 2019.

¹⁰ Nerantzis *et al.* 2016.

¹¹ Κονοφάγος 1980· Domergue 2008, 81.

¹² Ηρόδοτος VI, 46-47· Θουκυδίδης I, 100 και IV, 105· Στράβων XIV, 5.28 και VII, 331-334.

και γηγενών θρακικών φυλών. Αρχαία μεταλλεία εντοπίζονται σε θέσεις της οροσειράς της Λεκάνης, στο όρος Παγγαίο, στην περιοχή Κιμμερίων και Θερμών του νομού Ξάνθης και ανατολικότερα, στις θέσεις Σάππες, Πέραμα, Κίρκη του νομού Έβρου, σε περιοχές, δηλαδή, όπου κατοικούσαν θρακικές φυλές. Μεταλλουργικές σκωρίες σε μεγάλες συγκεντρώσεις παρατηρούνται στις μεταλλοφόρες ζώνες, αλλά έχουν εντοπισθεί, σε μικρότερες ποσότητες, και σε ανασκαφικές έρευνες στην πόλη της Θάσου και στην αποικία της Πίστυρο, στα Άβδηρα¹³ και στην Άργιλο.¹⁴ Επίσης, οι πρώιμες κοπές αργυρών στατήρων Θάσου, Νεαπόλεως, Αβδήρων και Μαρωνείας μαρτυρούν την πρόσβαση των πόλεων αυτών σε αργυρούχα κοιτάσματα ήδη από τα τέλη του 6ου αιώνα π.Χ.

Ο ρόλος της Θάσου και των αποικιών της στην παράκτια ενδοχώρα της Θράκης, που περιλάμβανε και τη σημερινή Ανατολική Μακεδονία, υπήρξε καταλυτικός για την εντατικοποίηση της εξορυκτικής μεταλλευτικής δραστηριότητας στην περιοχή αυτή μεταξύ 6ου και 4ου αιώνα π.Χ.¹⁵ Το εκτεταμένο δίκτυο αποικιών όπως η Νεάπολις, η Γαληψός, η Οισύμη και η Πίστυρος επέτρεψε την αποτελεσματική διακίνηση προς τα θαλάσσια δίκτυα των μετάλλων που παράγονταν σε θέσεις της ενδοχώρας (εικ. 1). Η εξόρυξη αργύρου για την κοπή νομισμάτων και η εξασφάλιση κρατικών εσόδων ήταν ύψιστης σημασίας, και αποτέλεσε θέμα προστριβών μεταξύ της Θάσου και άλλων πόλεων-κρατών.¹⁶ Η περσική κατάκτηση του 513 π.Χ., η διείσδυση των Αθηναίων το 465 π.Χ., η ίδρυση της Αμφίπολης το 437 π.Χ., καθώς και η επέκταση του βασιλείου της Μακεδονίας ανατολικά του Στρυμόνα ποταμού το 357 π.Χ., υπήρξαν γεγονότα με σημαντικές επιπτώσεις στον έλεγχο των μεταλλείων για τη διασφάλιση της προμήθειας πολύτιμων μετάλλων.¹⁷

Οι εχθροπραξίες για τον έλεγχο των πόρων ήταν συχνές, σύμφωνα με τις γραπτές πηγές,¹⁸ τα αρχαιολογικά δεδομένα, όμως, σε ό,τι αφορά την παραγωγή, φαίνεται να αποκαλύπτουν μια διαφορετική εικόνα. Η σύναψη συμμαχιών με τους Θράκες ήταν αποφασιστικής σημασίας για τη Θάσο, ώστε να αντιμετωπίσει ελλείψεις σε ανθρώπινο δυναμικό, απαραίτητο στη ναυπήγηση πλοίων, την εξόρυξη μαρμάρου και μετάλλων αλλά και την ανοικοδόμηση δημοσίων κτηρίων. Οι εκτάσεις της «Θασιών ηπειρου» όπου εντοπίζονται μεταλλεία, εκτείνονται στην ορεινή ζώνη της Λεκάνης, περιοχή με κυρίαρχο πληθυσμιακά το γηγενές θρακικό στοιχείο. Εφόσον η πρόσβαση των Θασιών σε αυτά τα μεταλλεία αποδεικνύεται από την εύρεση μεγάλου όγκου μεταλλουργικών υπολειμμάτων στην Πίστυρο συνάγουμε το συμπέρασμα ότι υπήρξε συνεργασία των δύο πληθυσμών στην εκμετάλλευση. Τα διαθέσιμα στοιχεία υποστηρίζουν ότι την εξόρυξη και την πρωτογενή κατεργασία μολύβδου και αργύρου αναλάμβαναν, σε συνεργασία με τους Θασιούς, Θράκες μεταλλωρύχοι που κατοικούσαν στη μεταλλοφόρο ορεινή ζώνη. Ένδειξη αυτής της σύμπραξης θεωρούνται οι κοινοί τύποι αργυρών στατήρων της Θάσου και θρακικών φύλων όπως οι Ορρέσκιοι. Έχει, μάλιστα, υποστηριχθεί ότι το ίδιο νομισματοκοπείο

¹³ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1992, 70-1993, 69.

¹⁴ Perreault and Bonias 2012, 268.

¹⁵ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990.

¹⁶ Zannis 2014, 220.

¹⁷ Picard 2006.

¹⁸ Θουκυδίδης I, 100.

παρήγαγε τόσο τις θασιακές όσο και τις κοπές των θρακικών φύλων ως απόρροια αυτής της σύμπραξης στην εκμετάλλευση του αργύρου.¹⁹

Η μεταλλουργία της Πιστύρου

Η Πίστυρος εντοπίστηκε κοντά στο σημερινό Ποντολίβαδο του νομού Καβάλας, ανάμεσα στο αρχαίο Ακόντισμα και τον ποταμό Νέστο, κοντά στη λιμνοθάλασσα Βάσοβα που έχει σήμερα, κατά ένα τμήμα της, αποξηραθεί. Με αφορμή την εκστρατεία των Περσών εναντίον της Ελλάδας στις αρχές του 5ου αιώνα π.Χ., ο Ηρόδοτος²⁰ αναφέρει ότι ο Ξέρξης διήλθε πολύ κοντά από την ελληνική αυτή πόλη (*πόλις ελληνίς*) που είχε ιδρυθεί δίπλα σε υφάλμυρη λίμνη, σε μικρή απόσταση από το ελώδες, διαρκώς μεταβαλλόμενο, δέλτα του Νέστου.²¹ Η θέση της πόλης υποδεικνύει ότι, πιθανόν, διέθετε λιμάνι, προσβάσιμο μέσω της λιμνοθάλασσας. Η Πίστυρος κατέχει καιρική θέση ελέγχοντας –μαζί με τον γειτονικό οχυρωμένο οικισμό των Θασιών στο Ακόντισμα– τα φυσικά περάσματα που οδηγούν από το πλούσιο σε μέταλλα Όρος των Σαπαιών²² –τα σημερινά όρη της Λεκάνης– προς την παραθαλάσσια ζώνη. Την πορεία των διαβάσεων αυτών υποδεικνύουν οι οχυρώσεις που δεσπόζουν στα υψώματα εκατέρωθεν του κάτω ρου του ποταμού Νέστου. Ένα από τα περάσματα αυτά επισημάνθηκε στον Βαθύλακκο, στα ΒΑ του Χαλκερού, όπου ένας λιθόστρωτος δρόμος συνδέει τις εγκαταστάσεις και τις στοές των αρχαίων μεταλλείων της Άνω Λεύκης με την παραλία.

Οι έρευνες του πρώτου ανασκαφικού προγράμματος, στις αρχές της δεκαετίας του '70, επεσήμαναν την περίμετρο των τειχών, και αποκάλυψαν σε μήκος 30 μ. το ανατολικό σκέλος της οχύρωσης και μικρή πυλίδα στη βορειοανατολική της γωνία.²³ Το 2014 ξεκίνησε το δεύτερο ανασκαφικό πρόγραμμα, η συστηματική ανασκαφή της Πιστύρου. Βασικός στόχος υπήρξε η πλήρης αποκάλυψη των τειχών και η κατανόηση της ρυμοτομίας της πόλης. Μεμονωμένα ευρήματα, όπως οι «παριανοί» πιθανοφορείς του β' μισού του 7ου αιώνα π.Χ. υποδεικνύουν ότι η Πίστυρος ιδρύθηκε κατά την περίοδο σύστασης του αποικιακού κράτους των Θασιών. Είναι πιθανόν ότι η πόλη προέκυψε κατόπιν αμοιβαίων υποχωρήσεων και συμφωνιών ανάμεσα στους Παρίους της Θάσου και στους γηγενείς Σαπαιούς που μνημονεύει στα ποιήματά του ο Αρχίλοχος.²⁴

Από τα αρχαιολογικά ευρήματα συνάγεται ότι κατά το β' μισό του 6ου αιώνα π.Χ. οι Θάσιοι ανέπτυξαν στην Πίστυρο έντονη οικοδομική και εμπορική δραστηριότητα. Σε αυτό συνηγορούν όχι μόνον τα θασιακά αργυρά νομίσματα της περιόδου 520-510 π.Χ. και η άφθονη εισηγμένη θασιακή κεραμική, αλλά και το εντυπωσιακό τείχος που παρουσιάζει

¹⁹ Picard 2000· Psoma 2015, 175· Mitchiner 2004, 403· Tzamalis 2011.

²⁰ Ηρόδοτος VII, 109.

²¹ Θεόφραστος *Περί φυτῶν ἱστορία* III, 1.5· Στράβων VII, 44.

²² Αππιανός *BC* IV, 13.103.

²³ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1973α· Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1980. Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1972, 529· Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1973β, 451.

²⁴ Zannis 2014, 239-240, 290-293, 320-323.

ομοιότητες με το σύγχρονό του της Θάσου ως προς τις τεχνικές δόμησης και ως προς το υλικό κατασκευής του, το θασιακό μάρμαρο.²⁵

Μεγάλος όγκος μεταλλουργικών απορριμμάτων προέρχεται από όλες σχεδόν τις ανασκαφικές τομές που διερευνήθηκαν μεταξύ των ετών 2014 και 2019 (**εικ. 2**). Πρόκειται κυρίως για σκωρίες, και, σπανιότερα, για θραύσματα καμίνων, όπως λίθοι με προσκολλημένη σκωρία, και για θραύσματα καμένου και υαλοποιημένου πηλού από το εσωτερικό των καμίνων. Η καταγραφή και μελέτη αυτών των ευρημάτων ξεκίνησε το 2015 και μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί περίπου 600 χγρ. μεταλλουργικών υπολειμμάτων. Η παρουσία τόσο μεγάλου όγκου εργαστηριακών καταλοίπων είναι ασυνήθιστη σε αστικό περιβάλλον, καθώς οι δραστηριότητες αυτές λάμβαναν χώρα συχνότερα πλησίον των μεταλλείων,²⁶ χωρίς αυτό να αποτελεί πάντοτε τον κανόνα. Για παράδειγμα, στη Θάσο μεταλλουργικές σκωρίες βρέθηκαν τόσο σε προαιποικιακά στρώματα του 8ου αιώνα π.Χ.²⁷ όσο και σε αρκετά σημεία της αποικίας των Παρίων, εντός των τειχών.²⁸ Συνεπώς, στην περίπτωση της Πιστύρου, θα πρέπει να δοθεί μια πειστική ερμηνεία όσον αφορά τη χωρική κατανομή αλλά και τη στρωματογραφική συσχέτιση των μεταλλουργικών ευρημάτων με κτηριακές εγκαταστάσεις. Παράλληλα, οι εργαστηριακές, αρχαιομετρικές αναλύσεις που βρίσκονται σε εξέλιξη, στοχεύουν στον ακριβή χαρακτηρισμό των τεχνολογικών παραμέτρων για την κατανόηση της μεταλλουργικής παραγωγής στην Πίστυρο.

Εξετάζοντας τη διασπορά των μεταλλουργικών ευρημάτων στο χώρο διαπιστώσαμε ότι τα ανασκαφικά τετράγωνα ΒΨ, ΓΣ και ΕΗ του κεντρικού τομέα απέδωσαν τους μεγαλύτερους όγκους, με 83 χγρ., 85 χγρ. και 102 χγρ. σκωρίας αντιστοίχως (**εικ. 3**). Τέτοιες συσσωρεύσεις σε μια κεντρική περιοχή της πόλης θα μπορούσαν να υποδηλώνουν είτε άμεση εναπόθεση των απορριμμάτων κοντά στα εργαστήρια, είτε δευτερογενή εναπόθεση. Προς το παρόν, δεν έχει βρεθεί χώρος που θα μπορούσε να ταυτισθεί με ασφάλεια ως εργαστήριο. Ωστόσο, εντοπίστηκαν λίθινα «τεμάχια» που φέρουν ίχνη υαλοποίησης —λόγω έκθεσης σε υψηλή θερμοκρασία— μαζί με λεπτό στρώμα σκωρίας στη μια επιφάνεια, κάτι που υποδεικνύει ότι ανήκουν σε θραύσματα καμίνων (**εικ. 4**). Τα συγκεκριμένα ευρήματα έχουν διασπορά σε όλο τον κεντρικό τομέα και, ως εκ τούτου, εργαστηριακοί χώροι μεταλλουργίας είναι πιθανό να λειτουργούσαν εκεί.

Στα ανασκαφικά τετράγωνα ΒΨ και ΓΠ, ανασκάπεται, μεταξύ δύο παράλληλων οριοθετικών τοιχίων, μία από τις βασικές οδικές αρτηρίες της πόλης, πλάτους 3μ. και κατεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Οι επιχώσεις που κάλυψαν το οδόστρωμα, περιείχαν μεγάλη ποσότητα μεταλλουργικών υπολειμμάτων σε ένα στρώμα κυμαινόμενου πάχους μεταξύ

²⁵ Παπαδόπουλος και Ζάννης, υπό έκδοση [η προέλευση του μαρμάρου του αρχαϊκού τείχους από τα αρχαία λατομεία στη θέση «Σαλιάρα» Θάσου, έχει τεκμηριωθεί από αναλύσεις στο Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «Δημόκριτος». Ι. Μανιάτης: προφορική επικοινωνία].

²⁶ Μεγάλες αποθέσεις σκωριών διαφόρων περιόδων εντοπίζονται κοντά σε μεταλλεία στις θέσεις Μακρυχώρι και Τρία Καραγάτσια της οροσειράς Λεκάνης, στις θέσεις Νικήσιανη, Λόφος Σίνα και Βαλουόδα του όρους Παγγαίου και στις θέσεις Αέρμολα, Σκωρίδια και Άγιοι Ανάργυροι στη Θάσο (Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990· Βαβελίδης κ.ά. 1997· Pernicka *et al.* 1981· Pichot 2010).

²⁷ Bernard 1964· Kohl *et al.* 2004.

²⁸ Εργαστηριακά κατάλοιπα μεταλλουργίας βρέθηκαν στο Αρτεμίσιο, στην Αρχαϊκή Αγορά, στη διοδο των Θεωρών, στο ιερό του Ηρακλή και σε συνοικία κοντά στην Πύλη του Σεληνού (Grandjean 1999· Pichot 2007).

0,20 και 0,50 μ. Η εύρεση χάλκινου νομίσματος Αβδήρων²⁹ του 311-281 π.Χ. επιτρέπει να χρονολογήσουμε το στρώμα στα τέλη του 4ου ή στις αρχές του 3ου αιώνα π.Χ. Στα ανατολικά της οδού εντοπίστηκε αδόμητη έκταση με σημαντικές ποσότητες εκκαμινεύσεων και απανθρακωμένου υλικού, υποθέτουμε, λοιπόν, ότι ανήκε σε εργαστήριο μεταλλουργίας.³⁰ Η εύρεση νομίσματος Αλεξάνδρου Γ', του 336-323 π.Χ.³¹, τοποθετεί το συγκεκριμένο στρώμα στα τέλη του 4ου αιώνα π.Χ., χρονολόγηση στην οποία συνηγορεί και η προκαταρκτική μελέτη της κεραμικής.

Στο ανατολικό τμήμα της τομής ΒΨ3 διανοίχθηκε δοκιμαστική τομή, με στόχο να εντοπίσουμε έναν πιθανό εργαστηριακό χώρο, και να διερευνήσουμε τη στρωματογραφική σχέση της επίχωσης των σκωριών με τα μεταλλουργικά υπολείμματα που καλύπτουν το οδόστρωμα (**εικ. 5**). Το στρώμα που αφαιρέθηκε, περιείχε πυκνή συγκέντρωση σκωρίας, στο ανώτερο επίπεδο της οποίας εδράζεται το τοίχιο που οριοθετεί την οδό. Σε βάθος 0,50 μ. αποκαλύφθηκε πλακόστρωτο δάπεδο, ενώ η επίχωση σκωρίας που το κάλυπτε σε αυτό το σημείο, είναι πάχους 0,30 μ. (**εικ. 6**). Από τη συγκεκριμένη ανασκαφική ενότητα προέρχεται ένα θραύσμα από τοίχωμα καμίνου, ωστόσο δεν εντοπίστηκε, προς το παρόν, ο πυθμένας κάποιας δομής, όπου θα μπορούσαν να έχουν συντελεστεί θερμικές αντιδράσεις υψηλής θερμοκρασίας. Η μεταλλουργική δραστηριότητα στον αδόμητο αυτόν χώρο φαίνεται ότι συμπίπτει χρονικά με την εναπόθεση σκωριών στο δρόμο, και χρονολογείται στα υστεροκλασικά και στα πρώιμα ελληνιστικά χρόνια.

Στα τετράγωνα ΕΗ και ΔΜ, τα οποία χαρακτηρίζονται επίσης από μεγάλες συγκεντρώσεις εκκαμινεύσεων, ανασκάφηκε πολύχωρο οικοδόμημα μεγάλων διαστάσεων (**εικ. 7**) του 3ου/2ου αιώνα π.Χ.³² Τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα στα τετράγωνα ΔΛ και ΔΜ αποδεικνύουν την παρουσία και ενός νεότερου κτιρίου, χωρίς επιμελημένη κατασκευή, το οποίο αντικατέστησε το πρωιμότερο.³³ Με τα ως τώρα δεδομένα, το πρωιμότερο κτίσμα καλύπτει μια έκταση τουλάχιστον 200 τ.μ., και διαθέτει δύο θερμικές κατασκευές με πήλινα δάπεδα, για τις οποίες εικάζουμε μεταλλουργική χρήση (**εικ. 8**) λόγω του πλήθους των εκκαμινεύσεων που συλλέχθηκαν από το εσωτερικό τους και τον άμεσο περίγυρο.

Η προκαταρκτική εξέταση των μεταλλουργικών απορριμμάτων του κεντρικού τομέα των ανασκαφών πρόσθεσε κάποιες ενδείξεις σχετικά με τις κύριες μεταλλουργικές δραστηριότητες που λάμβαναν χώρα στην Πίστυρο. Η πλειονότητα των ευρημάτων αποτελείται από σκωρίες που προέρχονται από πρωτογενή εκκαμίνευση μεταλλευμάτων (**εικ. 9**). Υπάρχουν επίσης σκωρίες δευτερογενούς επεξεργασίας σιδήρου -αναθέρμανση

²⁹ Μ. Μυτελέτης (προφορική επικοινωνία): Κοπή του τύπου όπου στην εμπρόσθια όψη απεικονίζεται γρύπας καθιστός σε ρόπαλο προς τα δεξιά και σύμφωνα με τη Chryssanthaki-Nagle (2007, 209-222) κατατάσσεται στη 10η περίοδο νομισματοκοπίας των Αβδήρων και χρονολογείται στα 311-280 π.Χ.

³⁰ Παπαδόπουλος και Ζάννης, υπό έκδοση.

³¹ Μ. Μυτελέτης (προφορική επικοινωνία): Κοπή του τύπου κεφαλή Ηρακλή προς τα δεξιά/όπλα του ήρωα, πάνω φαρέτρα με τόξο, κάτω ρόπαλο, που ανήκει στη βασική χάλκινη νομισματική παραγωγή επί βασιλείας Αλεξάνδρου Γ' (Γκατζόλης 2012, 382-385).

³² Παπαδόπουλος και Ζάννης, υπό έκδοση.

³³ Μ. Μυτελέτης (προφορική επικοινωνία): Δύο χάλκινα νομίσματα Θάσου επιτρέπουν τη χρονολόγηση της πρώιμης φάσης γύρω στο 300 ή μετά το 280 π.Χ. Στη νεότερη φάση ανήκει χάλκινο νόμισμα Πέλλας που χρονολογείται στα 168-31 π.Χ.

και σφυρηλασία- και μικρός αριθμός σκωριών που φέρουν όζους δευτερογενών ορυκτών του χαλκού, και μαρτυρούν ότι στη θέση διενεργείται και παραγωγή χαλκού.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ευρήματα που σχετίζονται με την εξαγωγική μεταλλουργία του αργύρου. Πρόκειται για θραύσματα λιθαργύρου -οξειδία του μολύβδου- πλακοειδούς μορφής, που προκύπτουν κατά τον διαχωρισμό του αργύρου από τον μολύβδο, μέσω της διαδικασίας της κυπέλλωσης, αφού έχει προηγηθεί εκκαμίνευση του αργυρομολυβδούχου μεταλλεύματος (**εικ. 10**). Θραύσματα ενός άλλου τύπου μεταλλουργικού υπολείμματος αρσενιδίων του σιδήρου, γνωστού ως spreiss, έχουν βρεθεί στον πυθμένα του πηγαδιού της τομής ΓΩ καθώς και σε άλλα σημεία του κεντρικού τομέα (**εικ. 11**). Αυτά τα τελευταία ευρήματα έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς προέρχονται από την εκκαμίνευση μεταλλευμάτων που περιέχουν αρσενικό και αντιμόνιο, και δρουν ως συλλέκτες των πολύτιμων μετάλλων που εμπεριέχονται στο μετάλλευμα.

Από στοιχεία που προέκυψαν κατά τη μακροσκοπική μελέτη και τη διενέργεια μη επεμβατικής ανάλυσης με φορητή συσκευή φθορισμού ακτίνων X (portable XRF) συμπεραίνουμε ότι η μεταλλουργία στην Πίστυρο σχετίζεται με την εξαγωγή πολύτιμων μετάλλων. Η έως τώρα διαθέσιμη πληροφορία αφορά τη χημική σύσταση των υπό εξέταση δειγμάτων. Αναγνωρίστηκαν τέσσερις κατηγορίες υλικού που διαφοροποιούνται ως προς τη σύσταση:

- 1) λιθάργυροι (οξειδία μολύβδου),
- 2) σκωρίες πλούσιες σε σίδηρο/μόλυβδο,
- 3) σκωρίες πλούσιες σε σίδηρο/μαγγάνιο, και
- 4) τεμάχια αρσενιδίων του σιδήρου (spreiss).

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων επιλεγμένων δειγμάτων από τα τετράγωνα ΒΨ, ΕΗ, ΓΣ, ΓΧ και ΓΩ παρουσιάζονται στον πίνακα στο τέλος της εργασίας (**πιν. 1**). Τα κύρια στοιχεία που ανιχνεύθηκαν στις σκωρίες είναι ο σίδηρος, σε περιεκτικότητα 26%, κατά μέσο όρο, και το πυρίτιο σε περιεκτικότητα 6.7% κατά μέσο όρο. Επίσης, ανιχνεύθηκαν χαμηλά ποσοστά ασβεστίου, αργιλίου και καλίου μεταξύ 1 και 4%, καθώς και άλλα στοιχεία -μόλυβδος, αρσενικό, χαλκός, μαγγάνιο- σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις, γι' αυτό παρουσιάζονται στον πίνακα ως ιχνοστοιχεία σε μέρη ανά εκατομμυριοστό (ppm). Τα δείγματα λιθαργύρων περιέχουν άργυρο έως 2150 ppm, ενώ τα απορρίμματα τύπου spreiss περιέχουν επίσης άργυρο έως 1934 ppm, ενδεικτικό της διαδικασίας απόληψης αργύρου από την οποία προέκυψαν. Στο διάγραμμα διασποράς (**εικ. 12**) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ως προς την περιεκτικότητα των δειγμάτων σε μολύβδο και άργυρο. Παρατηρείται ότι οι λιθάργυροι, που απεικονίζονται με μαύρο χρώμα, αποτελούν διακριτή ομάδα με τα υψηλότερα ποσοστά αργύρου και μολύβδου, όπως ήταν αναμενόμενο. Τα υπολείμματα τύπου spreiss (γκρί χρώμα), μολονότι περιέχουν άργυρο σε σημαντικές συγκεντρώσεις, εμφανίζουν πολύ χαμηλότερη περιεκτικότητα σε μολύβδο. Τέλος, η πλειονότητα των σκωριών παρουσιάζει χαμηλά ποσοστά μολύβδου και αργύρου, ωστόσο έξι δείγματα τοποθετούνται σε μια ενδιάμεση περιοχή με υπολογίσιμες περιεκτικότητες τόσο σε μολύβδο, όσο και σε άργυρο. Η χημική συνάφεια των τριών επιμέρους ομάδων υποδηλώνει ότι ανήκουν στην ίδια αλυσίδα παραγωγής, της οποίας αντιπροσωπεύουν διακριτά στάδια.

Όπως είχε προταθεί από την Photos-Jones,³⁴ ήδη από τη δεκαετία του 1980, η διαδικασία εξαγωγικής μεταλλουργίας για την απόληψη πολύτιμων μετάλλων από ορυκτά της Λεκάνης συνοψίζεται ως εξής: το σιδηρομαγνητιούχο μέταλλευμα που περιέχει ποσότητες μολύβδου, ψευδαργύρου, αρσενικού, αντιμονίου, αργύρου και χρυσού τροφοδοτούσε την κάμινο με την προσθήκη μολύβδου υπό μορφή θειούχων ενώσεων ή οξειδίων. Κατά την εκκαμίνευση σχηματιζόνταν τρία στρώματα στο εσωτερικό της καμίνου:

- α) ανώτερο στρώμα ρευστής σκωρίας πλούσιας σε οξειδία σιδήρου και πυριτία.
- β) ενδιάμεσο στρώμα spreiss όπου είχε συγκεντρωθεί η περίσσεια σε αρσενικό και αντιμόνιο.
- γ) μολυβδούχο στρώμα στον πυθμένα που περιείχε τα πολύτιμα μέταλλα.

Οι σκωρίες και τα spreiss απορρίπτονταν, ενώ το τήγμα μολύβδου εναπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία, μέσω κυπέλλωσης, για τον διαχωρισμό του μολύβδου από τον άργυρο ή/και τον χρυσό. Η εύρεση στην Πίστυρο σκωριών, spreiss και λιθαργύρων πιστοποιεί την παραπάνω υπόθεση ως την πιο πιθανή διαδικασία που ακολουθείτο στην εξαγωγική μεταλλουργία της πόλης.

Με μια πρώτη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αναγνωρίζεται ως πρώτη ύλη για τη μεταλλουργία της Πιστύρου η μεταλλοφορία της Λεκάνης, κυρίως τα σιδηρομαγνητιούχα (Fe/Mn) κοιτάσματα που περιέχουν εκμεταλλεύσιμα ποσοστά χρυσού και αργύρου.³⁵ Είναι ενδεικτικό ότι σε οκτώ δείγματα σκωριών ανιχνεύθηκαν μικροποσότητες αργύρου. Επίσης, τα ποσοστά μολύβδου που ανιχνεύθηκαν σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων, παραπέμπουν σε εξαγωγική μεταλλουργία αργύρου, ο οποίος διαχωριζόταν από τον μόλυβδο, όπως, άλλωστε, πιστοποιείται από την εύρεση λιθαργύρων. Αυτό που απομένει να εξακριβωθεί είναι αν, εκτός από τα σιδηρομαγνητιούχα μεταλλεύματα που περιέχουν χρυσό και άργυρο, χρησιμοποιούνται στην Πίστυρο και αργυρομολυβδούχα μεταλλεύματα, για παράδειγμα γαληνίτης, ή αν ο μόλυβδος που ανιχνεύεται στις σκωρίες, προστίθεται κατά την εκκαμίνευση, ώστε να δράσει ως συλλέκτης του αργύρου.³⁶

Μεταλλευτική δραστηριότητα στα όρη της Λεκάνης

Η μεταλλοφόρος ζώνη που εκτείνεται προς τα βορειοανατολικά και τα βορειοδυτικά της Πιστύρου, υπήρξε περιοχή εντατικής μεταλλευτικής δραστηριότητας ήδη από την Κλασική περίοδο, ίσως και νωρίτερα. Η αρχαία εκμετάλλευση μαρτυρείται από την ύπαρξη μεταλλευτικών στοών σε αρκετές θέσεις, με κυριότερες εκείνες κοντά στους οικισμούς Πέρνης και Πετροπηγής. Αρκετά αρχαία μεταλλεία με όμοια χαρακτηριστικά έχουν επίσης εντοπιστεί στα βορειοδυτικά της πόλης, κοντά στους οικισμούς Άνω Λεύκης και Χαλκερού, αλλά και στα βόρεια, κοντά στον οικισμό Μακρυχωρίου, όπου εντοπίζονται μεγάλοι σωροί μεταλλουργικών σκωριών.³⁷

Μικρής κλίμακας επιφανειακή έρευνα για τον εντοπισμό θέσεων εκμετάλλευσης των μεταλλοφόρων κοιτασμάτων στην ευρύτερη περιοχή της Πιστύρου πραγματοποιήθηκε

³⁴ Photos *et al.* 1989.

³⁵ Βαβελίδης κ.ά. 1996· 1997· Fornadel *et al.* 2011.

³⁶ Photos *et al.* 1989, 187.

³⁷ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990.

τον Απρίλιο του 2018. Εντοπίσαμε και καταγράψαμε θέσεις εμφανίσεων μεταλλευμάτων σιδήρου, κυρίως γκαϊτίτη/λειμωνίτη, και δευτερογενών ορυκτών του χαλκού, τα οποία σύμφωνα με γεωλογικές έρευνες εμπεριέχουν σημαντικά ποσοστά πολύτιμων μετάλλων.³⁸ Ένα υπόγειο μεταλλείο εντοπίζεται 2 χλμ. δυτικά του οικισμού της Πέρνης με μία είσοδο και στενές στοές τετράγωνης διατομής, διαστάσεων 1 x 1 μ., που εκτείνονται σε συνολικό μήκος 150-200 μ. (**εικ. 13**). Τα αποτυπώματα των εργαλείων στα τοιχώματα των στοών παραπέμπουν στη χρήση μεταλλευτικών εργαλείων, όπως σμίλες και σφυριά. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καθώς και λιγοστή επιφανειακή κεραμική, υποδεικνύουν χρονολόγηση της δραστηριότητας στην Κλασική και Ελληνιστική περίοδο. Κοντά στην είσοδο του μεταλλείου υπάρχουν συγκεντρώσεις εξορυχθέντος στείρου υλικού, που προέρχεται από τη διαδικασία θραύσης και διαλογής του μεταλλεύματος.

Διερευνήθηκε επίσης η περιοχή δυτικά του εγκαταλελειμμένου σήμερα οικισμού της Ανεσιτιάδος κατά μήκος ενός ρέματος και των ανδρών που το οριοθετούν, σε απόσταση περίπου 0,5 χλμ. δυτικά του χωριού. Εντοπίσαμε λιγοστές μεταλλουργικές σκωρίες και διάσπαρτες μάζες σιδηρομεταλλευμάτων -αιματίτη, γκαϊτίτη, λειμωνίτη- σε ευρεία διασπορά στα άνδρα, στο μονοπάτι και στην κοίτη του ρέματος. Σε ένα από τα άνδρα εντοπίστηκαν τρία μεγάλα θραύσματα μαρμάρου που φέρουν αβαθείς αυλακώσεις (**εικ. 14**), και είχαν αρχικά καταγραφεί από την Κουκούλη-Χρυσανθάκη³⁹. Η χρήση τους σχετίζεται με την επεξεργασία του μεταλλεύματος κατά τη λειοτρίβηση σε μεγάλες κυκλικές μύλοπιτρες. Για την απόληψη πολύτιμων μετάλλων, που υπάρχουν σε μικρές περιεκτικότητες στο κοίτασμα που εξορύχθηκε, απαιτείται λειοτρίβηση, πλύση και διαλογή. Η πρώτη φάση της διαδικασίας επιτυγχανόταν με τη συνδρομή των εν λόγω λίθινων κατασκευών. Παρόμοια παραδείγματα γνωρίζουμε από το Λαύριο -στις θέσεις Μεγάλα Πεύκα, Δημολιάκι, Αρύ II, III και IV- όπου είχαν αρχικά χαρακτηριστεί ως «ελικοειδή πλυντήρια».⁴⁰ Πρόσφατη μελέτη απέδειξε ότι πρόκειται για κατασκευές που χρησιμοποιούν κατά τη λειοτρίβηση και, πλέον, θεωρούνται κυκλικά τριβεία.⁴¹

Σημαντικά ευρήματα μεταλλουργίας εντοπίζονται επίσης στην ευρύτερη περιοχή του οικισμού Μακρυχωρίου γύρω στα 8 χλμ. βορείως της Πιστύρου. Η γεωλογική έρευνα έχει εντοπίσει τρεις θέσεις εξόρυξης, οι οποίες διανοίχθηκαν για την εκμετάλλευση των μικτών θειούχων κοιτασμάτων (Fe, Mn, Pb και Zn) που περιέχουν εκμεταλλεύσιμες ποσότητες χρυσού και αργύρου.⁴² Οι λόφοι στα δυτικά και βορειοδυτικά του Μακρυχωρίου καλύπτονται, σε μεγάλη έκταση, από πολυάριθμους σωρούς σκωριών (**εικ. 15**), γεγονός που υποδηλώνει μια σημαντική περιοχή για την εκκαμίνευση των μεταλλευμάτων που εξορύσσονταν από τα κοντινά μεταλλεία. Τουλάχιστον ένα μέρος αυτών των αποθέσεων σκωρίας πρέπει να ανήκει στην αρχαιότητα, βάσει της επιφανειακής κεραμικής που χρονολογείται από τον 4ο αι. π.Χ. έως τη Ρωμαϊκή περίοδο. Οι μεγαλύτεροι όγκοι πιθανότατα ανήκουν στην Οθωμανική περίοδο, και προέρχονται από την προσπάθεια επανεκκαμίνευσης αρχαίων σκωριών.⁴³ Η παρουσία κεραμικής,

³⁸ Βαβελίδης κ.ά. 1996.

³⁹ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990, 510.

⁴⁰ Κονοφάγος 1980· Τσάιμου 1997.

⁴¹ Papadimitriou 2016.

⁴² Photos *et al.* 1989· Fornadel *et al.* 2011.

⁴³ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1990, 507.

συμπεριλαμβανομένων και θασιακών αμφορέων, καθώς και άλλων ευρημάτων καθημερινής χρήσης, υποδεικνύουν την παρουσία εγκατάστασης επιφορτισμένης με τον έλεγχο του εργατικού δυναμικού, πρακτική που γνωρίζουμε από τη Θάσο.⁴⁴

Τα παραπάνω στοιχεία είναι ιδιαίτερος χρήσιμα για την ανασύσταση της αλυσίδας των σταδίων παραγωγής μετάλλων. Με τα μέχρι στιγμής διαθέσιμα δεδομένα επιχειρούμε την παρακάτω ερμηνεία:

α) Το πρώτο στάδιο της εξόρυξης του μεταλλεύματος πραγματοποιείται σε αρκετά σημεία στον ορεινό όγκο της Λεκάνης, όπου καταγράφονται υπόγειες στοές. Κοντά στους οικισμούς Πέρνης, Πετροπηγής, Άνω Λεύκης, Χαλκερού υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις υπόγειας εξόρυξης μεταλλευμάτων που, πιθανόν, μεταφέρονταν στην Πίστυρο για την εκκαμίνευση.

β) Το στάδιο του εμπλουτισμού μέσω θραύσης, λειοτριβίσης, διαλογής και έκπλυσης σε ξύλινα ρείθρα δεν είναι εύκολο να εντοπιστεί αρχαιολογικά, λόγω των εφήμερων υλικών καταλοίπων που συνοδεύουν τέτοιες τεχνικές διαδικασίες. Η αρχική επεξεργασία πραγματοποιούνταν δίπλα στα μεταλλεία, όπως μαρτυρούν οι όγκοι στείρων υλικών, ενώ κοντά στις θέσεις εκκαμίνευσης ακολουθούσε ο τελικός εμπλουτισμός. Η πρόσβαση σε νερό και ξυλεία για την καύσιμη ύλη ήταν εξίσου σημαντικές με τον προσπορισμό των ορυκτών. Στην περιοχή της Ανεσιιάδος εντοπίστηκαν θραύσματα κυκλικών τριβείων παρόμοια με τα παραδείγματα του Λαυρίου, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στον εμπλουτισμό των μεταλλευμάτων.

γ) Το τρίτο στάδιο, αυτό της μεταλλουργίας, αναγνωρίζεται μεν από κατάλοιπα εκκαμινεύσεων μικρής κλίμακας, που εντοπίζονται στις παραπάνω περιοχές, φαίνεται, όμως, ότι τα εμπλουτισμένα μεταλλεύματα μεταφέρονταν σε σημεία αυξημένου ελέγχου της παραγωγής για το κρίσιμο στάδιο του διαχωρισμού αργύρου ή και χρυσού, όπως υποδηλώνει η περίπτωση της Πιστύρου. Δεδομένου ότι βρέθηκαν όστρακα θασιακών αμφορέων στους σωρούς σκωριών του Μακρυχωρίου, είναι πιθανόν ότι η συγκεκριμένη θέση παρήγε μέταλλα, παράλληλα με την Πίστυρο, κατά την εποχή της ακμής του θασιακού εμπορίου.

Υποθέτουμε, λοιπόν, ότι η μεταλλουργία όπως την διαπιστώνουμε στην πόλη της Πιστύρου εντάσσεται σε ένα ευρύτερο δίκτυο θέσεων εξόρυξης για την προμήθεια και την επεξεργασία πρώτων υλών με τελικό αποδέκτη τα κέντρα μεταλλουργίας. Η εποπτεία και ο συντονισμός των εργασιών πρέπει να βρισκόταν στα χέρια των θασιακών αποικιών, ενώ το ανθρώπινο δυναμικό πρέπει να αποτελούσαν κατά κύριο λόγο γηγενείς Θράκες μεταλλωρύχοι. Μέσω αυτής της σύμπραξης ο άργυρος χρησιμοποιήθηκε τόσο από τους Θάσιους όσο και από τα γειτονικά θρακικά έθνη, η νομισματοκοπία των οποίων ακολουθεί τα θασιακά πρότυπα στην εικονογραφία και στον σταθμητικό κανόνα.⁴⁵

Συμπεράσματα

Κατά τη διάρκεια της Αρχαϊκής περιόδου, η παράκτια ζώνη της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης αποτελεί πόλο έλξης για Έλληνες αποίκους Ιωνικών κυρίως πόλεων της Μικράς Ασίας και νησιών του Αιγαίου. Από τον 6ο αιώνα π.Χ. και εξής, η

⁴⁴ Κουκούλη-Χρυσανθάκη 1981, 324.

⁴⁵ Picard 2000· Tzamalīs 2011.

σημασία του αργύρου για την οικονομία των πόλεων-κρατών της περιοχής καταδεικνύεται από την πλούσια νομισματοκοπία τους που απαιτεί άμεση και συνεχή προμήθεια του πολύτιμου μετάλλου. Τα σημαντικά ευρήματα της ανασκαφής της Πιστύρου συμβάλλουν καθοριστικά στη διερεύνηση ζητημάτων πρόσβασης των αποίκων σε πρώτες ύλες, οργάνωσης της μεταλλευτικής και μεταλλουργίας καθώς και κατανόησης των σχέσεων μεταξύ Ελλήνων και Θρακών στη συγκεκριμένη περιοχή. Η υπόθεση ότι η παραγωγή οργανώνεται σε επιμέρους στάδια με τη συνεργασία αποίκων και τοπικών πληθυσμών πιστοποιείται από τα εξής στοιχεία:

1. Ύπαρξη μεταλλείων σε ορεινές περιοχές υπό θρακικό έλεγχο.
2. Ανάγκη εξασφάλισης πολυπληθούς εργατικού δυναμικού, απαραίτητου στην εξόρυξη.
3. Μεταλλουργικά κατάλοιπα σε αποικίες της Θάσου, εν προκειμένω στην Πίστυρο, που ταυτίζονται χημικά με τις πρώτες ύλες που προέρχονται από τα παραπάνω μεταλλεία.
4. Το γεγονός ότι οι θρακικές κοπές ακολουθούν τα θασιακά νομισματικά πρότυπα.
5. Αναφορές σε Θράκες μεταλλωρύχους στις αρχαίες πηγές.

Με τα διαθέσιμα μέχρι στιγμής αναλυτικά δεδομένα από το υλικό της Πιστύρου αποδεικνύεται η παραγωγή αργύρου και μολύβδου σε δύο κύρια στάδια:

α) εκκαμίνευση σιδηρομαγγανιούχου μεταλλεύματος με προσθήκη μολύβδου ή/και εκκαμίνευση αργυρομολυβδούχου μεταλλεύματος (γαληνίτη), με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση συντήγματος στο βάθος της καμίνου αποτελούμενο από μολύβδο και άργυρο.

β) διαχωρισμός του αργύρου από τον μολύβδο με τη διαδικασία της κυπέλλωσης υπό οξειδωτικές συνθήκες. Το ενδεχόμενο της παραγωγής χρυσού που περιέχεται στα μεταλλεύματα της περιοχής βάσει γεωλογικών μελετών, είναι ακόμη υπό διερεύνηση.

Τελικός σκοπός της τρέχουσας μελέτης είναι η κατανόηση της μεταλλουργικής τεχνολογίας σε κάθε επιμέρους στάδιο της παραγωγής στην πόλη της Πιστύρου. Με τον τρόπο αυτόν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τις μεθόδους παραγωγής πολύτιμων μετάλλων κατά την αρχαιότητα, ένα πεδίο έρευνας που δεν έχει μελετηθεί επαρκώς στη συγκεκριμένη περιοχή. Τα δεδομένα μπορούν να συγκριθούν με ανάλογα αποτελέσματα από άλλες σημαντικές μεταλλουργικές θέσεις στη Θάσο, το όρος Παγγαίο, το Λαύριο και αλλού.⁴⁶

Όπως προκύπτει από τα προκαταρκτικά πορίσματα, οι πρώτες ύλες για τη μεταλλουργία της Πιστύρου προέρχονται από τη μεταλλοφόρο ζώνη της οροσειράς Λεκάνης, κυρίως τα σιδηρομαγγανιούχα κοιτάσματα που περιέχουν εκμεταλλεύσιμα ποσοστά χρυσού και αργύρου.⁴⁷ Η πιθανότητα του προσπορισμού πρώτης ύλης από μεταλλεία που εντοπίζονται στις νοτιοανατολικές υπώρειες της Λεκάνης και συγκεκριμένα στην περιοχή Πέρνης-Πετροπηγής αλλά και στα βορειοδυτικά της Πιστύρου στην περιοχή Ανεστιάδας-Λεύκης, είναι υπό διερεύνηση μέσω της σύγκρισης της χημικής σύστασης των σκωριών και των θραυσμάτων μεταλλεύματος, που βρέθηκαν τόσο στην Πίστυρο όσο και στις προαναφερόμενες θέσεις μεταλλείας.

⁴⁶ Κονοφάγος 1980· Wagner and Weisgerber 1988· Βαξεβανόπουλος κ.ά. 2017.

⁴⁷ Βαβελίδης κ.ά. 1996· 1997· Fornadel *et al.* 2011.

Η οικονομία και το εμπόριο στην περιοχή της Θράκης βασίστηκαν σε μεγάλο βαθμό στη συνύπαρξη Ελλήνων και Θρακών κατά την αρχαιότητα. Οι μεταξύ τους σχέσεις υπήρξαν καθοριστικές σε ζητήματα πρόσβασης και επεξεργασίας πρώτων υλών για την απρόσκοπτη παραγωγή και διακίνηση μετάλλων. Με την εν εξελίξει παρούσα μελέτη τέτοιες παράμετροι λαμβάνονται υπόψη, και συνεξετάζονται σε συνάρτηση με τη διαθεσιμότητα του εργατικού δυναμικού και του καιρίου ρόλου του θασιακού κράτους στον έλεγχο των φυσικών πόρων, προκειμένου να διερευνηθούν κοινωνικές αλληλεπιδράσεις στο κρίσιμο πεδίο της παραγωγής και μεταποίησης πρώτων υλών.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε το Υπουργείο Πολιτισμού/Αθλητισμού και την Εφορεία Αρχαιοτήτων Καβάλας για τη συνολική τους συνδρομή. Οφείλουμε ευχαριστίες στην Effie Photos-Jones (University of Glasgow) για τη συνεργασία κατά τη διενέργεια της ανάλυσης των μεταλλουργικών υπολειμμάτων. Επίσης ευχαριστούμε: την αρχαιολόγο Sabine Nodin για τη βοήθειά της κατά τη διάρκεια της καταγραφής του υλικού και της επιφανειακής έρευνας, τον Μιλτιάδη Μυτελέτη, αρχαιολόγο-νομισματολόγο, τον Άγγελο Ζάννη, αρχαιολόγο-ιστορικό, τη σχεδιάστρια Χρύσα Σιδηράτου, καθώς και όλους τους συνεργάτες, επιστημονικό και εργατικό δυναμικό, της συστηματικής ανασκαφής της Πιστύρου. Η μελέτη του μεταλλουργικού υλικού και οι εργαστηριακές αναλύσεις εντάσσονται στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος που εκπονείται στο Ελεύθερο Πανεπιστήμιο Βρυξελλών (CReA-Patrimoine, ULB) και χρηματοδοτείται ως χορηγία: European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 840894 (Project: ME.Tech.NAS). Τέλος ευχαριστίες οφείλουμε στο Institute for Aegean Prehistory (INSTAP) για την οικονομική υποστήριξη.

Βιβλιογραφία

- Βαβελίδης Μ., Γ. Γιαλόγλου, G.A. Wagner και Β. Μέλφος 1996. «Σκαπτή Ύλη: Ένα αρχαίο μεταλλείο χρυσού στην τοποθεσία Μάνδρα Καρή, Παλιάς Καβάλας», *Πρακτικά Β' Συμποσίου Αρχαιομετρίας*, Θεσσαλονίκη, 23-35.
- Βαβελίδης, Μ., Γ. Χριστοφίδης και Β. Μέλφος 1997. «Αρχαία μεταλλευτική δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή Καβάλας-Φιλιππων», *Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, Πρακτικά του Ιου Διεθνούς Συνεδρίου*, Θεσσαλονίκη, 95-101.
- Βαξεβανόπουλος Μ., Μ. Βαβελίδης, Δ. Μαλαμίδου και Β. Μέλφος 2017. «Ανασκαφική έρευνα σε αρχαία μεταλλεία και μεταλλουργικές θέσεις του όρους Παγγαίου (Ασημότρυπες, Βαλτούδα)», *Αρχαιολογικό Έργο Μακεδονίας και Θράκης* 26 (2012), 547-552.
- Γκατζόλης, Χ. 2012. «Επανεξέταση της χαλκής νομισματοκοπίας του Αλεξάνδρου Γ' και του Κασσάνδρου υπό το πρίσμα νέων ανασκαφικών και θησαυρικών δεδομένων», στο Μ. Τιβέριος, Π. Νιγδελής, Π. Αδάμ-Βελένη (επιμ.), *Θρεπτήρια / Μελέτες για την Αρχαία Μακεδονία*, Θεσσαλονίκη, 380-387.
- Κονοφάγος, Κ. 1980. *Το Αρχαίο Λαύριο και η Ελληνική Τεχνική Παραγωγής Αργύρου*, Αθήνα: Εκδοτική Ελλάδος.

- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1972 «Ανατολική Μακεδονία, Νομός Καβάλας, Πίστυρος», *Αρχαιολογικόν Δελτίον* 27, Χρονικά Β'2, 529.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1973α. «Ειδήσεις έκ τῆς Θασίων Ἠπείρου», *Αρχαιολογικά Ανάλεκτα ἐξ Αθηνών* 6, 230-240.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη Χ. 1973β. «Ανατολική Μακεδονία, Νομός Καβάλας, Πίστυρος», *Αρχαιολογικόν Δελτίον* 28, Χρονικά Β' 2, 451.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1980. «Οι αποικίες της Θάσου στο Βόρειο Αιγαίο, Νεότερα ευρήματα», *Πρακτικά Α' Συνεδρίου «Η Καβάλα και η περιοχή της»* (Καβάλα 1980), 309-325.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη Χ. 1981. «Νομός Καβάλας, Εντοπισμός Αρχαιοτήτων-Τυχαία Ευρήματα», *Αρχαιολογικόν Δελτίον* 37, Χρονικά Β'2, 324.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1990. «Τα 'μέταλλα' της Θασιακής Περαιάς», *Μνήμη Δ. Λαζαρίδη: Πόλις και Χώρα στην Αρχαία Μακεδονία και Θράκη, Πρακτικά Αρχαιολογικού Συνεδρίου* (Καβάλα 1986), Ελληνογαλλικές Έρευνες Ι. Θεσσαλονίκη, 493-514.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1992. «Αβδηρα», *Έργον* (1992), 69-70.
- Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ. 1993. «Αβδηρα», *Έργον* (1993), 67-68.
- Παπαδόπουλος, Σ. και Α. Ζάννης 2009. «Συνύπαρξη Ελλήνων κα Θρακών στη Θάσο τον 7^ο αιώνα π.Χ. Επανεκτίμηση ιστορικών και αρχαιολογικών δεδομένων», στο J.Y. Perreault and Z.I. Bonias (eds) *Greeks and Thracians in Coastal and Inland Thrace During the Years Before and After the Great Colonization, Thasos: Proceedings of the International Symposium held 26-27 September 2008*, 99-109.
- Παπαδόπουλος, Σ. και Α. Ζάννης, υπό έκδοση. «Η Πίστυρος της Αιγαιακής Θράκης», *Αρχαιολογικό Έργο Μακεδονίας και Θράκης*, 30 (2017).
- Τσαΐμου, Γ.Κ. 1997. *Αρχαιογνωσία των μετάλλων. Η αρχαία μεταλλευτική και μεταλλουργική τεχνική*, Αθήνα.
- Bassiakos, Y., N. Nerantzis and S. Papadopoulos 2019. "Late Neolithic/Early Bronze Age metallurgical practices at Limenaria, Thasos: evidence for silver and copper production", *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 2743-2757.
- Bernard, P. 1964. "Céramiques de la première moitié du VIIe s. à Thasos", *BCH* 88, 77-146.
- Chryssanthaki-Nagle, K. 2007. *L'Histoire Monétaire D'Abdere En Thrace (Vie s. av. J.-C.- IIe s. ap. J.-C.)*, Meletemata 71, Athènes, Centre de Resèche de l'Antiquité Grecque et Romaine, Fondation National Hellénique de la Recherche Scientifique.
- Domergue, C. 2008. *Les mines antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine*, (collection Antiqua), Paris: Picard.
- Fornadel, A.P, P.G. Spry, V. Melfos, M. Vavelidis and P.Ch. Voudouris. 2011. «Is the Palea Kavala Bi-Te-Pb-Sb±Au district, northeastern Greece, an intrusion-related system?», *Ore Geology Reviews* 39, 119-133.
- Grandjean, Y. 1999. "Installations artisanales dans le Quartier de la porte du Silène à Thasos", στο Κουκούλη-Χρυσανθάκη, Χ., Müller, A., Παπαδόπουλος, Σ. (επιμ.) *Πρώτες Ύλες και Τεχνολογία από τους Προϊστορικούς Χρόνους ως Σήμερα, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου*, Λιμενάρια Θάσου, ΥΠΠΟ-ΙΗ' ΕΠΚΑ, 161-169.
- Hansen, S. 2014. «The 4th millennium: a watershed in European prehistory», in B. Horejs and M. Mehofer (eds), *Western Anatolia before Troy, Proto-Urbanization in the 4th*

- millennium BC?*, *Oriental and European Archaeology*, Volume 1, Vienna: Austrian Academy of Sciences, 243-259.
- Kohl, M., A. Muller, G. Sanidas, and M. Sgourou. 2004. «Ο αποικισμός της Θάσου: Η επανεξέταση των αρχαιολογικών δεδομένων», *Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και Θράκη* 16 (2002), 57-71.
- Koukouli-Chrysanthaki, Ch. and Y. Bassiakos. 2002. “Non-slugging copper production of the 5th millennium: The evidence from the Neolithic settlement of Promachon-Topolnica (Eastern Macedonia, Greece)”, *8th EAA Annual Meeting*, Thessaloniki, 193-194.
- Mitchiner, M. 2004. *Ancient trade and early coinage*, Hawkins Publications, London.
- Nerantzis, N. 2016. “Pre-Industrial Iron Smelting and Silver Extraction in North-eastern Greece: An Archaeometallurgical Approach”, *Archaeometry* 58, 624-641.
- Nerantzis, N., Y. Bassiakos and S. Papadopoulos. 2016. “Copper metallurgy of the Early Bronze Age in Thassos, north Aegean”, *Journal of Archaeological Science, Reports* 7, 574-580.
- Papadimitriou, G.D. 2016. “The so called ‘circular or helicoidal washing plants’ of Laurion and their role in the beneficiation of metallic values contained in litharge”, in E. Photos-Jones *et al.* (eds), *Proceedings of the 6th Symposium of the Hellenic Society for Archaeometry*, BAR International Series 2780, 113-118.
- Papadopoulos, S. 2008. “Silver and copper production practices in the prehistoric settlement at Limenaria, Thasos”, in I. Tzachili (ed.), *Aegean metallurgy in the Bronze Age, Proceedings of an International Symposium held at the University of Crete*, Rethymnon: Ta Pragmata, 59-67.
- Pernicka E., W. Gentner, G.A. Wagner, M. Vavelidis and N.H. Gale. 1981. “Ancient lead and silver production on Thasos, Greece”, *Revue d'Archéométrie*, Suppl., 227-237.
- Perreault, J. and Z. Bonias. 2012. “After Zagora-Andrian colonization in the northern Aegean: the case of Argilos”, *Mediterranean Archaeology* 25, 259-271.
- Photos E., Ch. Koukouli-Chrysanthaki, R.F. Tylecote and G. Gialoglou. 1989. “Precious Metals Extraction in Palaia Kavala, NE Greece, An Archaeometallurgical Attempt to Locate Skapte Hyle”, in Pernicka, E., Hauptmann, A. and Wagner, G.A. (eds.), *Old World Archaeometallurgy: Proceedings of the International Symposium “Old World Archaeometallurgy”, Heidelberg 1987*. Heidelberg: Max Plank Institut für Kern Physik, 179-190.
- Picard, O. 2000. “Monnayages en Thrace a l'époque achemenide”, in O. Cassabonne (ed.) *Mecanismes et innovations monétaires dans l'Anatolie achemenide, Numismatique et Histoire, Actes de la Table Ronde Internationale d'Istanbul, 22-23 mai 1997*, Varia Anatolica XII. Istanbul: Institut français d'études anatoliennes, 239-252.
- Picard, O. 2006. “Mines, monnaies et impérialisme: conflits autour du Pangée (478-413 av. J.-C)”, in A-M. Guimier-Sorbets, M.B. Hatzopoulos and Y. Morizot (eds), *Rois, cités, nécropoles: institutions, rites et monuments en Macédoine: actes des colloques de Nanterre, Décembre 2002 et d'Athènes, Janvier 2004*, Centre de Recherches de l'antiquité Grecque et Romaine, Fondation Nationale de la Recherche Scientifique. Meletemata 45, Paris: de Boccard, 269-283.

- Pichot, V. 2007. “Métallurgie thasienne – approches archéologique et archéométrique”, in F. Blondé (éd.) *L'artisanat grec: approches méthodologiques et perspectives*, Athènes, 211-231.
- Pichot, V. 2010. “Prospection minière”, *BCH* 134, 519-522.
- Psoma, S.E. 2015. “Did the so-called Thracio-Macedonian standard exist?”, in U. Wartenberg and M. Amandry (eds), *KAIPOS Contributions to Numismatics in Honor of Basil Demetriadi*, New York: The American Numismatic Society, 167-190.
- Radivojevic, M. and Th. Rehren. 2016. “Paint It Black: The Rise of Metallurgy in the Balkans”, *Archaeological Method and Theory* 23(1), 200-237.
- Renfrew, C. and E. Slater. 2003. “Metal Artefacts and Metallurgy”, in E.S. Elster and C. Renfrew (eds), *Prehistoric Sitagroi: Excavations in Northeast Greece, 1968-70, Volume 2, The Final Report, Monumenta Archaeologica 20*, Cotsen Institute of Archaeology, UCLA, 302-311.
- Roberts, B.W., C.P. Thornton and V.C. Pigott. 2009. “Development of metallurgy in Eurasia”, *Antiquity* 83, 1012-1022.
- Seferiadis, M. 1992. “Le Metal”, in R. Treuil (ed.) *Dikili Tash: Village Préhistorique de Macedoine Orientale, I. Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, BCH, Supplement XXIV (Athens), 113-119.
- Tzamalīs, A.R.A. 2011. “Thracio-Macedonian coins: the evidence from the hoards”, in N. Holmes (ed.), *Proceedings of the XIVth International Numismatic Congress, Glasgow 2009*, Malta: Gutenberg Press Ltd, 473-485.
- Wagner, G. A. and G. Weisgerber. 1988. *Antike Edel- und Buntmetallgewinnung auf Thasos, Der Anschnitt, Beiheft 6*, Bochum: Bergbau-Museum.
- Zannis, A.G. 2014. *Le pays entre le Strymon et le Nestos: géographie et histoire (VIIe-IVe siècle avant J.-C.)*, *Meletemata* 71, Athènes, Fondation National Hellénique de la Recherche Scientifique.

Νεραντζής Νεραντζής

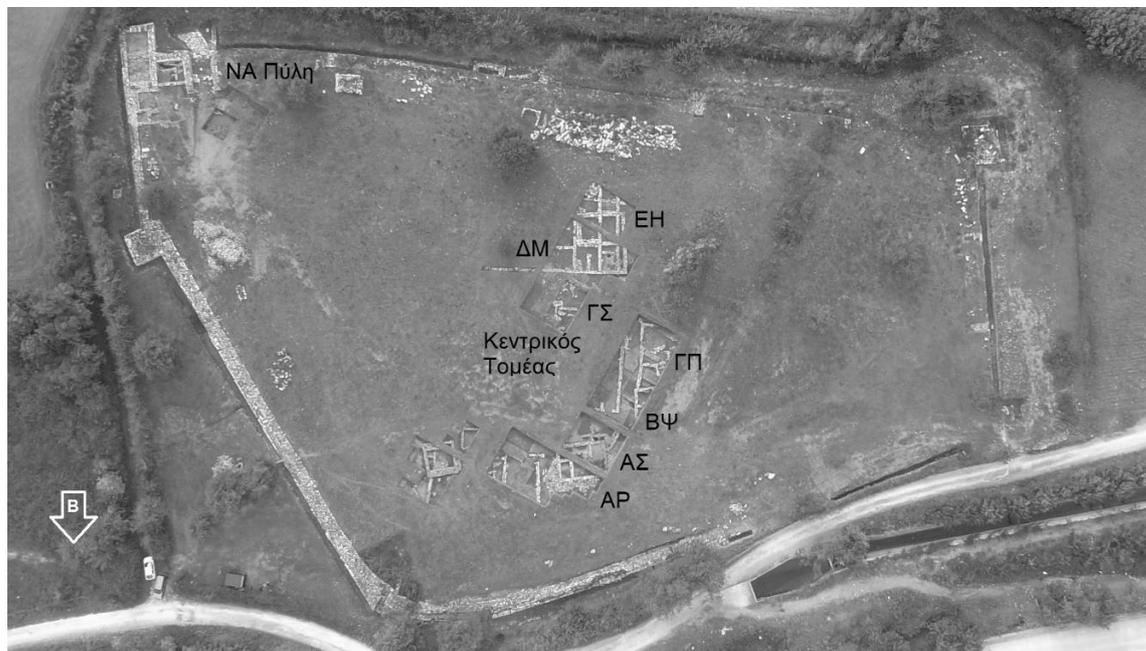
CREA-Patrimoine,
Université Libre de Bruxelles, CP 133/01,
Avenue F.D. Roosevelt, 50 B-1050,
Brussels, Belgium

Στρατής Παπαδόπουλος

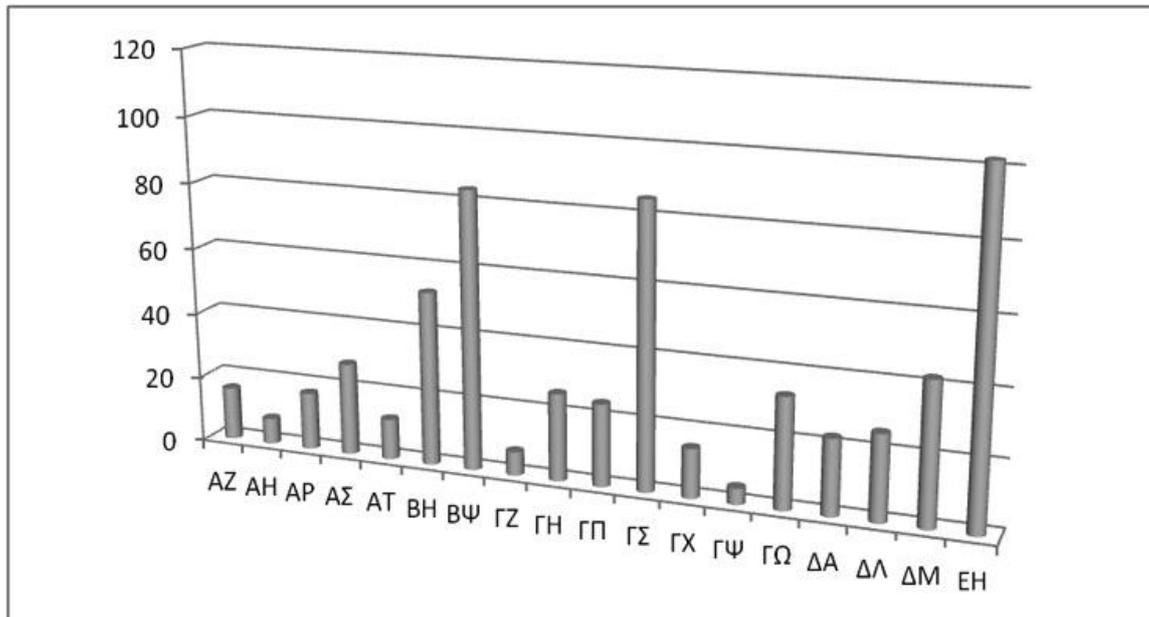
Αρχαιολογικό Μουσείο Καβάλας,
Ερυθρού Σταυρού 17, 65403,
Καβάλα, Ελλάδα



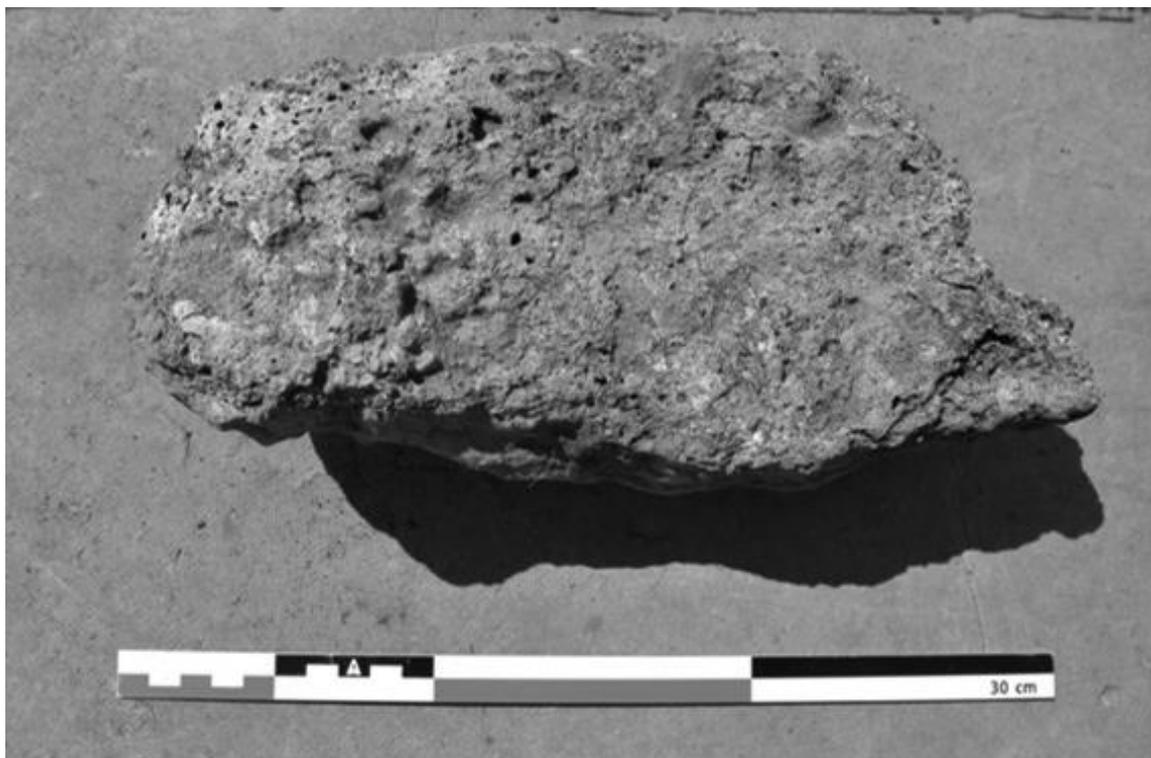
Εικόνα 1. Χάρτης της περιοχής με τις κύριες θέσεις που αναφέρονται στο κείμενο (πηγή Google Earth).



Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία της Πιστύρου. Επισημαίνονται τα ανασκαφικά τετράγωνα του κεντρικού τομέα (φωτ. Σ. Παπαδόπουλος).



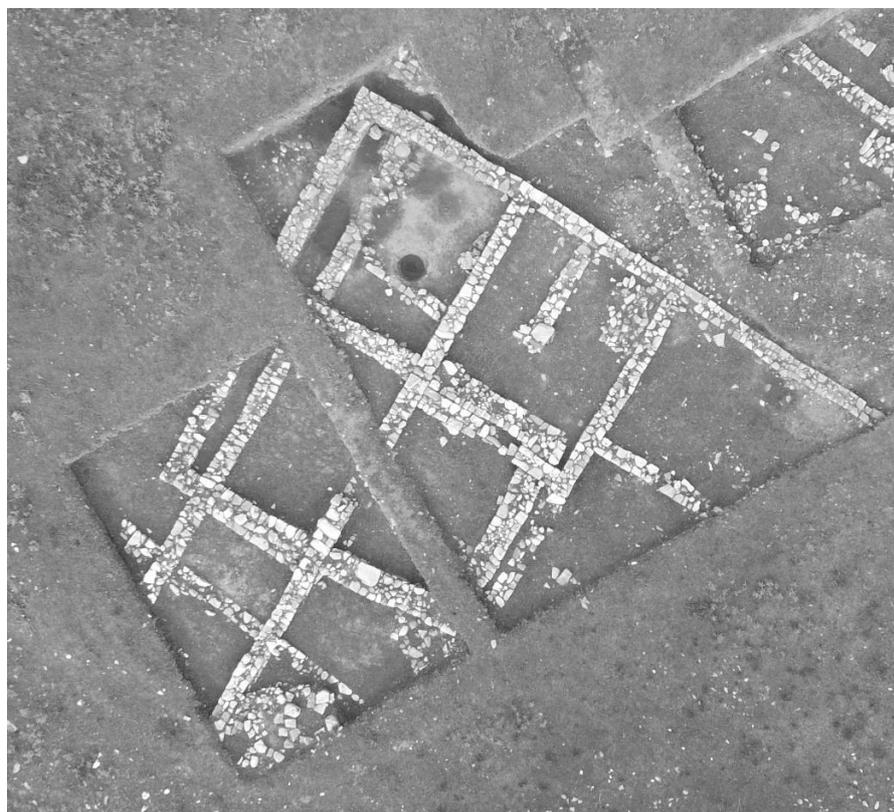
Εικόνα 3. Ιστογράμμα βάρους (χγρ.) μεταλλουργικών σκωριών ανά ανασκαφικό τετράγωνο.



Εικόνα 4. Θραύσμα καμίνου που φέρει λεπτή στρώση σκωρίας (φωτ. Ν. Νεραντζής).



Εικόνα 6. Δοκιμαστική τομή στην ανατολική νησίδα, αποκάλυψη λιθόστρωτου δαπέδου και διερεύνηση πάχους επίχωσης με σκωρίες (φωτ. Ν. Νεραντζής).



Εικόνα 7. Κτίριο του 3ου/2ου αιώνα π.Χ. που ανασκάφηκε στα τετράγωνα ΕΗ, ΔΜ και ΔΛ (φωτ. Σ. Παπαδόπουλος).



Εικόνα 8. Θερμική κατασκευή που αποκαλύφθηκε στην τομή ΕΗ3 και πιθανόν σχετίζεται με τη μεταλλουργία (φωτ. Ν. Νεραντζής).



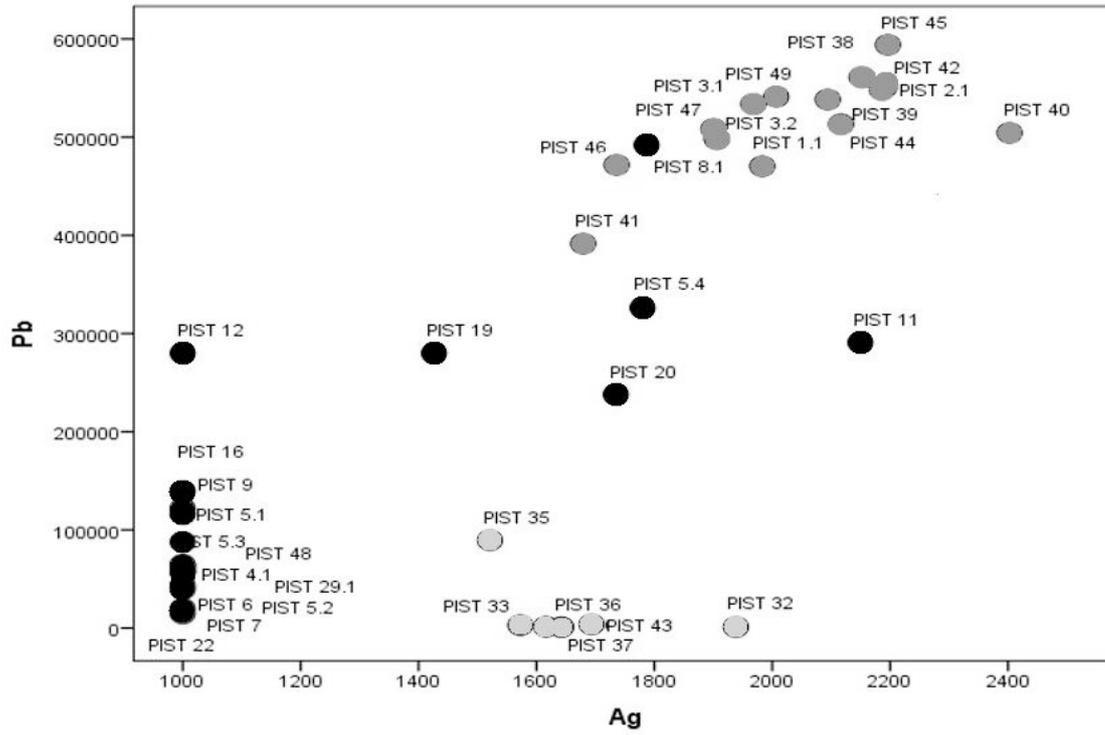
Εικόνα 9. Σκωρίες πρωτογενούς εκκαμίνευσης μεταλλευμάτων (φωτ. Ν. Νεραντζής).



Εικόνα 10. Θραύσμα πλακοειδούς λιθαργύρου (φωτ. Ν. Νεραντζής).



Εικόνα 11. Θραύσμα μεταλλουργικού απορρίμματος τύπου spreiss-αρσενίδια σιδήρου (φωτ. Ν. Νεραντζής).



Εικόνα 12. Διάγραμμα διασποράς δεδομένων pXRF: συσχέτιση περιεκτικότητας σε μόλυβδο και άργυρο (λιθάργυροι με μαύρο, αρσενίδια σιδήρου/speiss με γκρι).



Εικόνα 13. Είσοδος αρχαίου μεταλλείου Πέρνης, τετράγωνης διατομής (φωτ. S. Nodin).



Εικόνα 14. Θραύσμα μαρμάρινου κυκλικού τριβείο, περιοχή Ανεσιτιάδος (φωτ. S. Nodin).



Εικόνα 15. Σωρός μεταλλουργικών σκωριών στο Μακρυχώρι (φωτ. Ν. Νεραντζής).

Αρ. Δείγματος	Θέση εύρεσης	Fe	Si	Ca	Al	K	Pb	As	Zn	Cu	Mn	Ti	Sb	Sn	Ag
		%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
pist 21.1 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	46.6	7.3	0.9	LOD	0.1	53504	84601	288	929	661	151	22802	1106	< LOD
pist 22 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	45.4	8.9	3.5	5.4	0.8	11073	3755	4889	323	48320	1354	1486	233	< LOD
pist 22.1 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	31.8	5.8	3.1	1.4	0.9	1452	2385	210	897	2626	1387	< LOD	< LOD	< LOD
pist 22.2(σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	15.2	5.7	4.8	1.7	1.0	46478	12060	5804	234	98866	2503	1889	411	< LOD
pist 22.3 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	29.8	8.8	3.3	3.6	1.0	8023	2366	3011	117	39666	2534	702	193	< LOD
pist 22.4 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	25.6	7.0	4.9	2.2	0.9	1765	2492	322	397	3250	1576	< LOD	< LOD	< LOD
pist 22.5 (σκορπία)	BΨ1 #2 AE8	27.7	8.1	3.3	3.2	2.0	20851	40355	1956	200	6189	1454	3392	577	< LOD
pist 23.4 (σκορπία)	BΨ3 #1 AE2	28.4	3.4	1.9	1.0	0.8	8376	185169	3601	222	20720	643	5641	1931	< LOD
pist 23.5 (σκορπία)	BΨ3 #1 AE2	16.8	4.3	7.3	1.2	0.7	40102	16868	1937	289	13816	764	2882	325	< LOD
pist 23.6 (σκορπία)	BΨ3 #1 AE2	16.8	3.3	36.0	1.4	0.4	11019	2771	3015	LOD	15407	736	1596	186	< LOD
pist 25.1 (σκορπία)	BΨ3 #1 AE2	29.2	10.9	2.7	4.3	1.7	16251	7089	1351	433	11542	2297	4142	180	< LOD
pist 25.2 (σκορπία)	BΨ3 #1 AE2	27.9	1.7	0.7	0.4	0.1	40909	192064	446	268	2363	286	7566	2458	< LOD
pist 5.1 (σκορπία)	EH3 #1 AE2	24.4	4.6	2.3	2.1	0.6	60843	55209	1759	1765	16568	639	5180	979	< LOD
pist 5.2 (σκορπία)	EH3 #1 AE2	8.6	17.7	2.3	5.9	1.7	27251	12399	681	273	4639	1729	1938	276	< LOD
pist 5.3 (σκορπία)	EH3 #1 AE2	28.8	10.8	4.2	4.1	0.9	47178	17552	2798	1273	12254	842	4433	563	< LOD
pist 5.4 (σκορπία)	EH3 #1 AE2	7.4	11.7	2.0	7.3	1.3	177286	149500	352	2393	1647	1926	16504	3535	1779
pist 6 (σκορπία)	EH3 #6 AE3	30.5	13.3	3.0	9.3	0.9	45387	11563	2334	240	15652	1586	3789	513	< LOD
pist 6.1 (σκορπία)	EH3 #6 AE3	16.8	6.9	2.0	2.3	1.0	73686	48459	1163	693	6000	1520	5639	965	< LOD
pist 27.1 (σκορπία)	EH3 #6 AE3	35.5	4.1	2.3	1.2	0.4	37398	23917	3507	245	7478	907	5377	587	< LOD
pist 27.2 (σκορπία)	EH3 #6 AE3	40.0	6.8	3.0	3.6	0.6	15859	4171	4349	LOD	26693	1566	2751	203	< LOD
pist 38 (λιθάργυρος)	ΓΣ1 #2 AE11	0.1	1.8	3.4	LOD	0.1	491377	69670	162	704	1308	LOD	5731	4751	2151
pist 39 (λιθάργυρος)	ΓΩ4 #2 AE2	0.3	3.4	5.3	3.3	0.3	462288	76396	158	7898	1286	354	9154	4580	2100
pist 32 (speiss)	ΓΧ2 #2 AE8	46.9	1.2	1.0	LOD	LOD	1375	328591	LOD	3835	788	764	47324	4271	1934
pist 33 (speiss)	ΓΩ3 #6 AE9	44.3	3.9	1.3	4.2	0.1	2913	343410	LOD	3636	802	723	36543	4328	1572

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αναλύσεων pXRF σε δείγματα σκωρών, λιθάργων και speiss.