

Το Αρχαιολογικό Έργο στη Μακεδονία και Θράκη
29^η Επιστημονική Συνάντηση - 3-5 Μαρτίου 2016

Benjamin JAGOU

Inrap / IRAMAT UMR5060

Tony KOZELJ

EfA

Νεραντζής ΝΕΡΑΝΤΖΗΣ

Univ. de Lille – UMR8164 Halma

Κωνσταντίνα ΠΑΝΟΥΣΗ

ΕΦΑ Καβάλας-Θάσου

Γιώργος Μ. ΣΑΝΙΔΑΣ

Univ. de Lille – UMR8164 Halma



Υστεροαρχαϊκό
εργαστήριο
μεταλλουργίας
στη Θάσο
(Λιμένας, οικ.
Δ.Χαριτόπουλου)

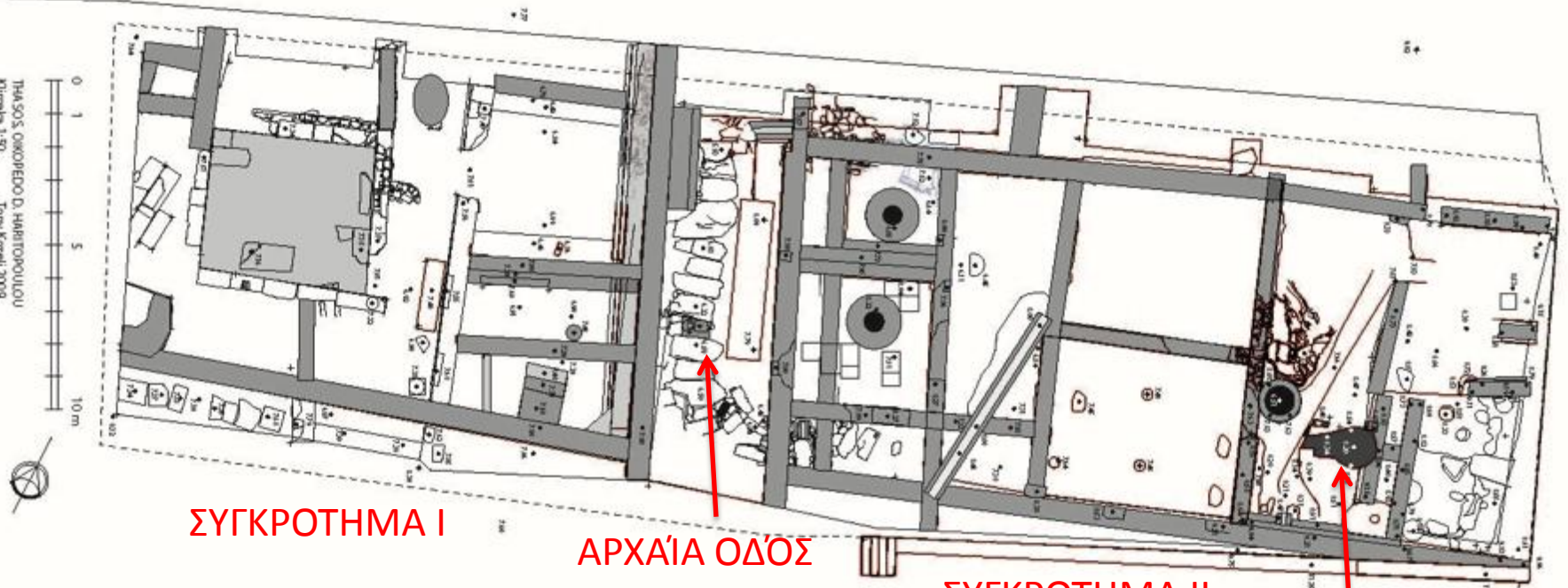
HeMEN – Habitat et métallurgie en Égée du Nord



Θάσος, Λιμένας άποψη από ΒΔ



THASOS, ΟΙΚΟΠΕΔΟ Δ. ΗΛΙΟΠΟΛΙΟΥ
Κλίμακα 1:50.
Tony Kozelj 2009



ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ Ι

ΑΡΧΑΙΑ ΟΔΟΣ

ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΙΙ

ΚΛΙΒΑΝΟΣ Κ4-8

Κλίβανος Κ4-Κ8





σπή υποδοχής ακροφυσίου για
εμφύσηση



Κάμινος Κ4-8



Base Habitat et Métallurgie dans l'Égée du Nord [HeMEN]



THB-00009

SITE

Nom du Site

Localisation

OBJET

N° inv fouille

Contexte

US

Date de découverte

[Fer](#) [Autres métaux](#) [Autres matériaux](#) [Éléments de foyer](#)

Matériaux

- Objet fini
- Objet en cours d'élaboration
- Chute de travail
- Indéterminé

(g) Poids

A. objet fragmentaire grossièrement ovale, de forme planiconvexe mais avec quelque protubérances (il ressemble à un culot de forge, mais s'en être un) ; il porte des traces de charbon, de cendre et d'un alliage cuivreux Le fond est peut-être de terre cuite : fond de creuset ?

D'après NN, il n'est pas à exclure qu'il s'agisse d'un fond de creuset qui a servi pour la fusion d'un alliage cuivreux ; la présence du charbon se justifie dans ce cas-là, puisqu'on n'en rajoute dans le creuset lors de ce procédé, ainsi que la partie courbe en retrait qui correspondrait à l'arrivée de l'air, puisque les creusets utilisés pour cette opération disposent souvent d'une ouverture pour recevoir la tuyère du soufflet.

9,3 x 8,7 x 3,5 cm, 255 g

B. fragment de terre (?) qui a été au contact du feu, avec deux couches ; paroi intérieure vitrifiée ; il porte des gouttes et des traces de cuivre/bronze ; paroi de foyer ? ou creuset ?

D'après NN, il s'agit de fragments de patois de foyer

6,7 x 4,3 x 2,9 cm, 53 g

C. fragment qui ressemble au B mais plus lourd ; plus de métal doit y être resté ; pour NN parois de foyer

6 x 3,5 x 2,4 cm, 67, g

D. fragment de même genre que le précédent, mais plus petit ; pour NN parois de foyer

5 x 2,3 x 1,5 cm, 26,6 g



Photos

Από το εσωτερικό του Κ4-8 συλλέχθηκαν:

- τμήματα κεραμικών με υπολείμματα - ίχνη χαλκούχων κραμμάτων (4)
- σκωρίες και απορρίμματα επεξεργασίας χαλκού
- σκωρίες σφυρηλασίας σιδήρου (3)
- σκωριώδη θραύσματα παρειών

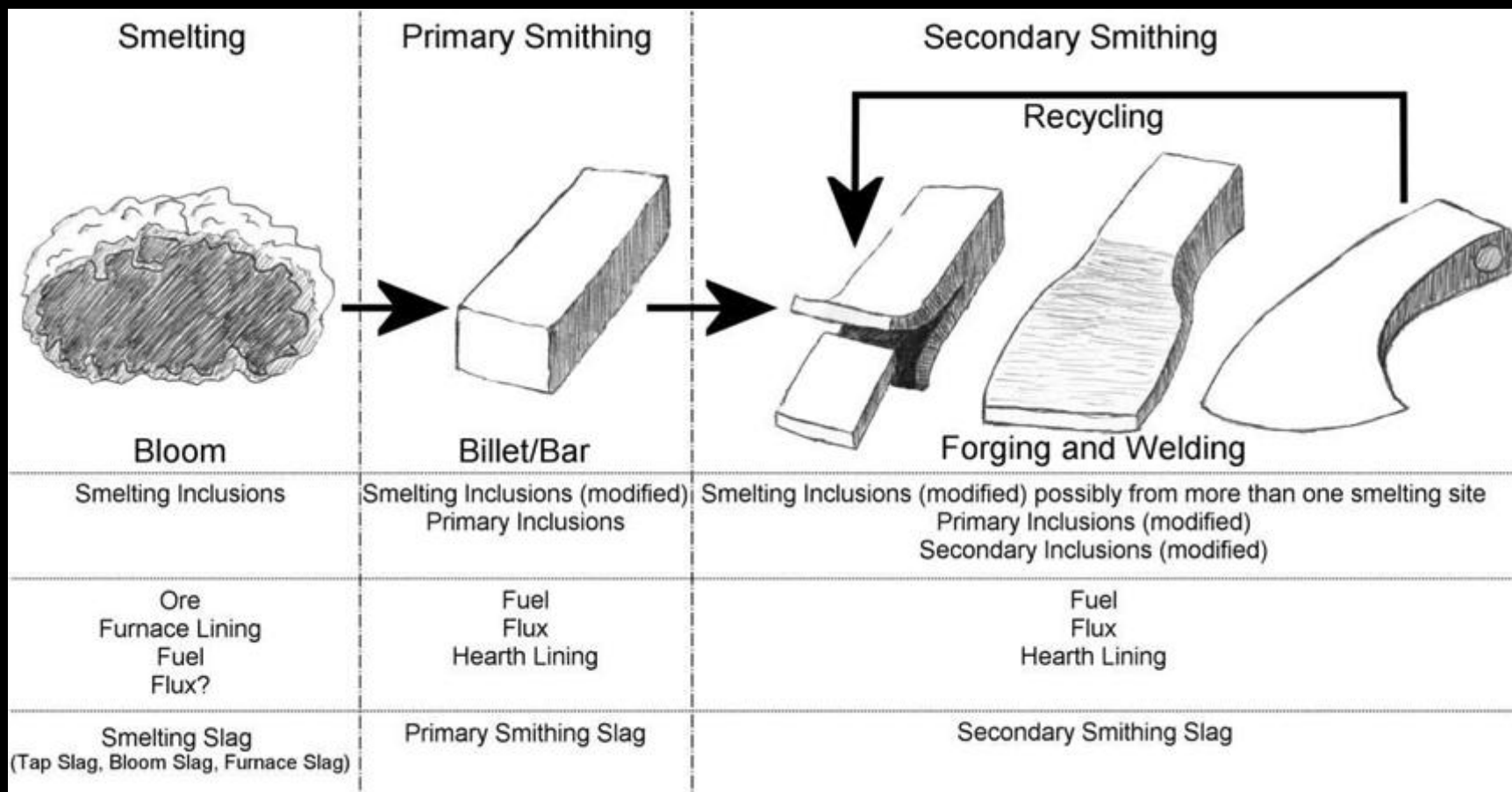
Σκωρίες χαλκού



Τμήματα από χωνευτήρι(α) με χαλκούχο συσσωμάτωμα (M52α και δ)



Απλουστευμένη εγχειρηματική αλυσίδα σιδήρου



Εκκαμίνευση
(αναγωγική
τήξη)
Παραγωγή
του μετάλλου

Καθαρισμός,
ομογενοποίηση
παραγωγή της
πρώτης ύλης

Δευτερογενής σφυρηλασία:
μορφοποίηση, συγκόλληση,
ανακύκλωση, κτλ.
παραγωγή τελικού προϊόντος

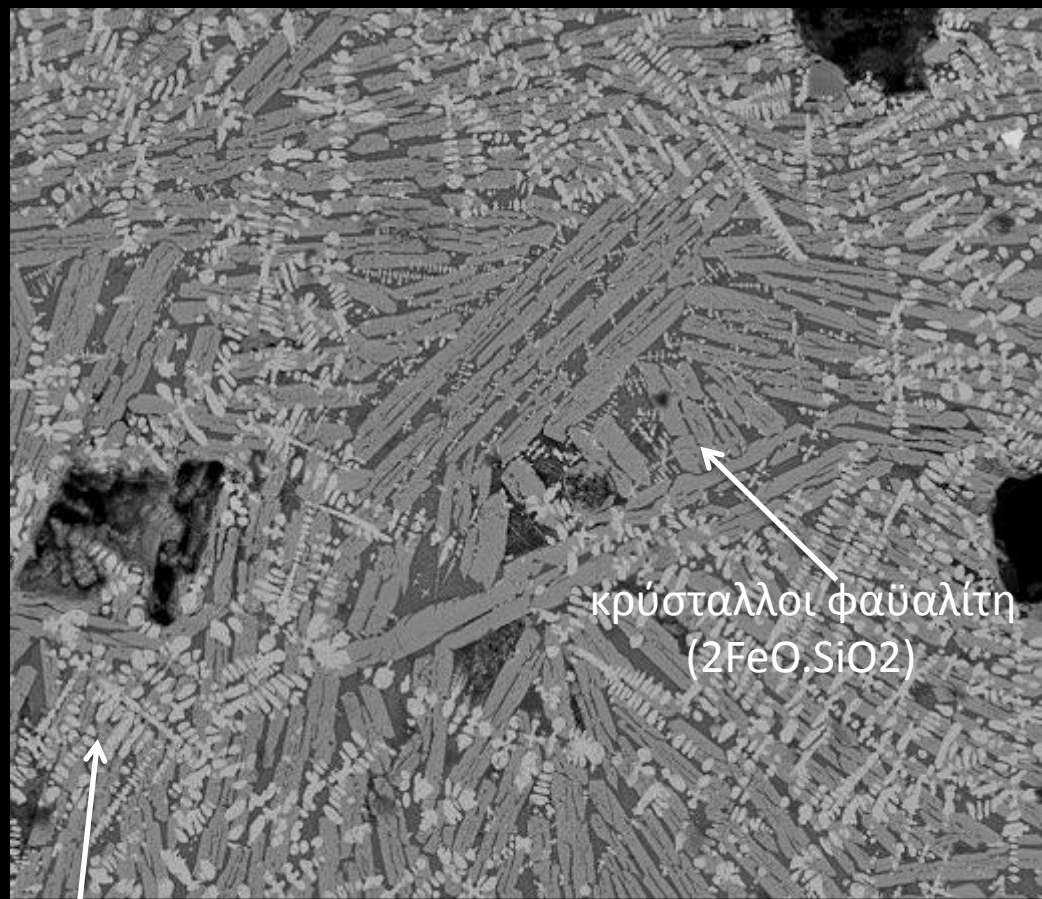
Σκωρία σφυρηλασίας σιδήρου M38A



2 cm



2 cm



κρύσταλλοι φαυαλίτη
($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)

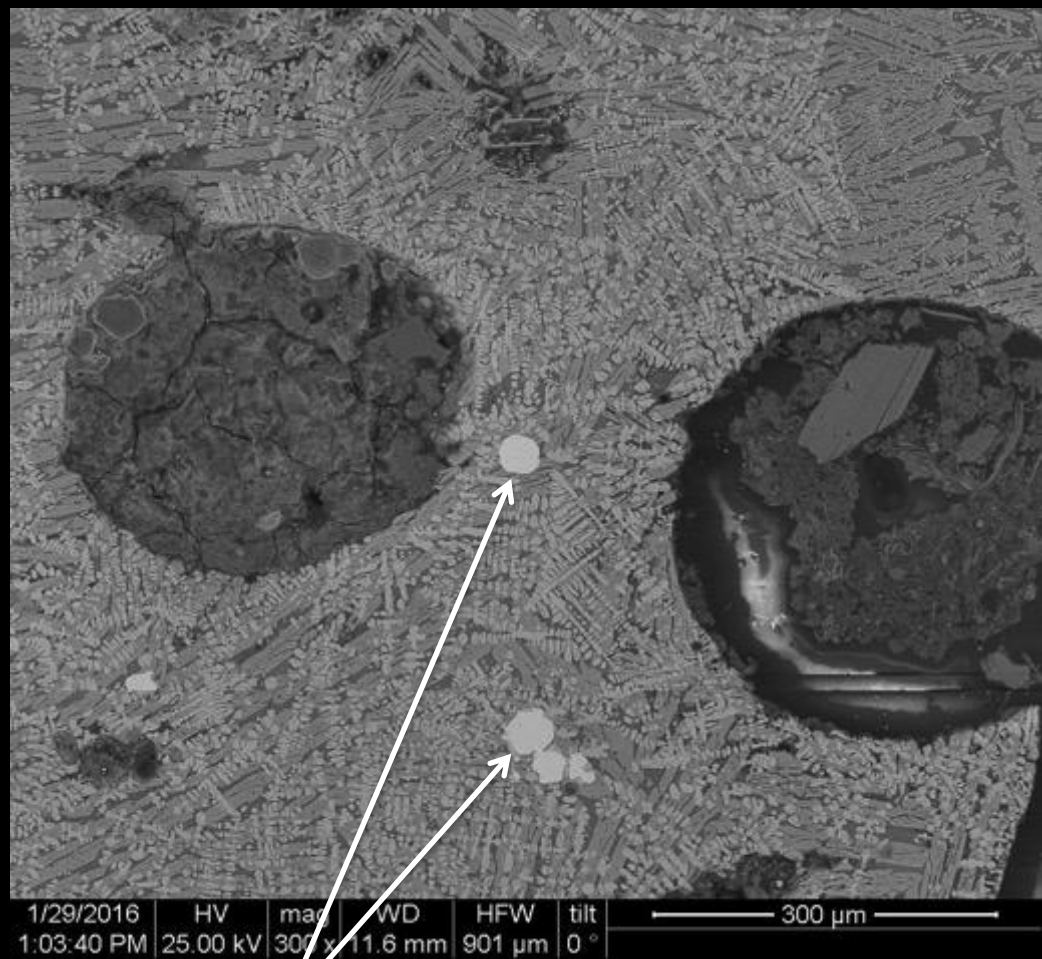
11/11/2015 HV mag WD HFW tilt
11:39:58 AM 25.00 kV 300 x 10.2 mm 901 μm 1°

300 μm

δενδρίτες βουσίτη (FeO)

εικόνα μικροδομής δείγματος από Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης (SEM)

Σκωρία σφυρηλασίας σιδήρου M38A



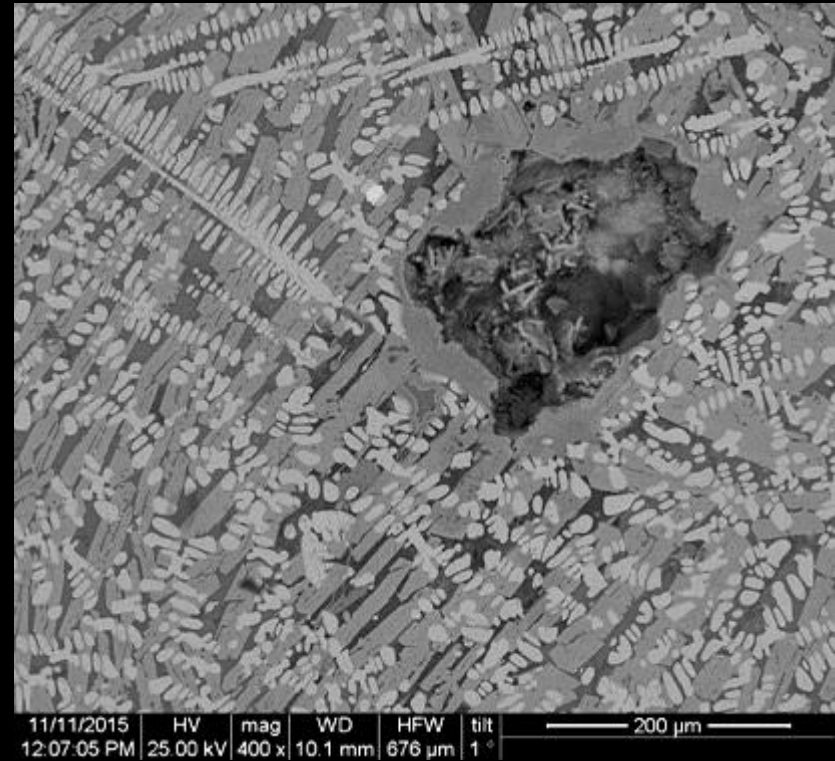
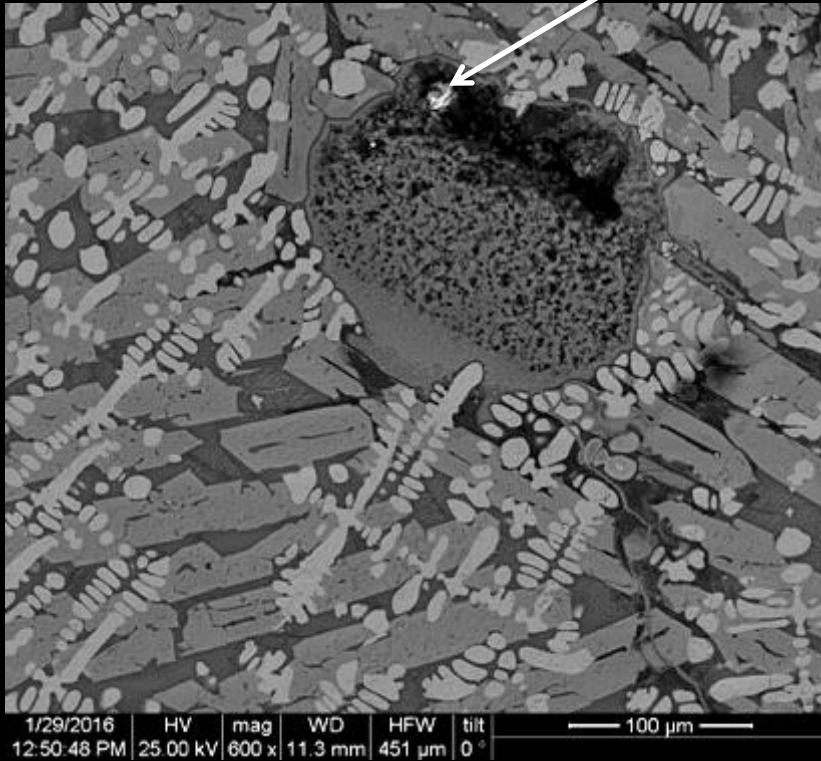
εγκλείσματα άτηκτου μεταλλεύματος

εικόνα μικροδομής από το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

Σκωρία σφυρηλασίας σιδήρου
(Δείγμα: M38A)

εγκλείσματα άτηκτου μεταλλεύματος

βαρύτης (BaS)



εικόνα μικροδομής από το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	SnO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	ZnO	PbO
ME38E	n.d	0.35	6.43	28.86	n.d.	n.d.	1.03	10.59	n.d.	5.38	27.13	0.52	19.71
M52A	1.15	1.36	8.89	31.14	n.d.	1.53	1.18	10.67	0.45	2.98	7.35	n.d.	33.28
M75 (Sans reMf04)	n.d.	n.d.	3.05	14.73	n.d.	n.d.	n.d.	18.99	n.d.	1.14	17.28	1.05	43.76
M75 (Sans reMf03)	1.48	1.00	10.66	43.77	2.92	2.65	15.37	4.98	n.d.	7.78	2.07	1.15	6.17
M75(3)	2.27	0.38	12.84	61.48	n.d.	5.77	2.64	n.d.	n.d.	3.62	4.28	n.d.	6.46
M75(4)	n.d.	1.03	8.41	61.65	n.d.	1.99	3.10	3.68	0.66	4.07	6.23	0.48	8.70

Ανάλυση SEM/EDS : Χημική σύσταση σκωριών χαλκού (ως οξειδία)

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Sn	Mn	Ti	Fe	Cu	Zn	Pb
M38A (bulk)	0.95	1.33	5.16	17.47	0.56	0.45	0.40	1.75	1.88	n.d.	0.77	n.d.	69.77	n.d.	n.d.	n.d.
M38B (bulk)	n.d.	n.d.	5.02	22.92	n.d.	n.d.	n.d.	1.57	2.37	13.40	n.d.	n.d.	8.91	12.25	3.16	30.41
M52D (ext. zone)	n.d.	2.40	12.20	48.35	2.51	n.d.	n.d.	4.15	n.d.	0.36	n.d.	0.48	4.08	14.00	n.d.	5.48
M52D (mid. zone)	n.d.	2.78	17.94	28.40	0.59	n.d.	n.d.	2.41	0.99	n.d.	n.d.	1.51	6.12	27.60	n.d.	11.66
M52D (int. zone)	n.d.	n.d.	n.d.	0.88	0.47	n.d.	0.55	n.d.	n.d.	4.82	n.d.	n.d.	n.d.	91.96	n.d.	1.32
M75 (TBH- 14)	n.d.	n.d.	n.d.	0.55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7.56	n.d.	n.d.	0.31	82.85	n.d.	7.31

Ανάλυση SEM/EDS : Χημική σύσταση σκωριών (ως στοιχεία)

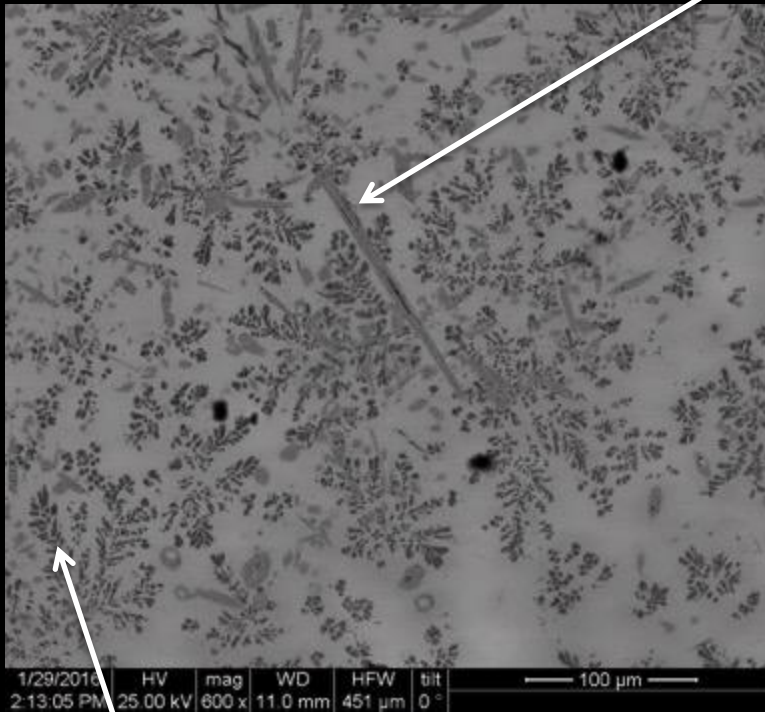
Σκωρίες χαλκού



Σκωρία χαλκού
(Δείγμα: M75 sans reMf 04)

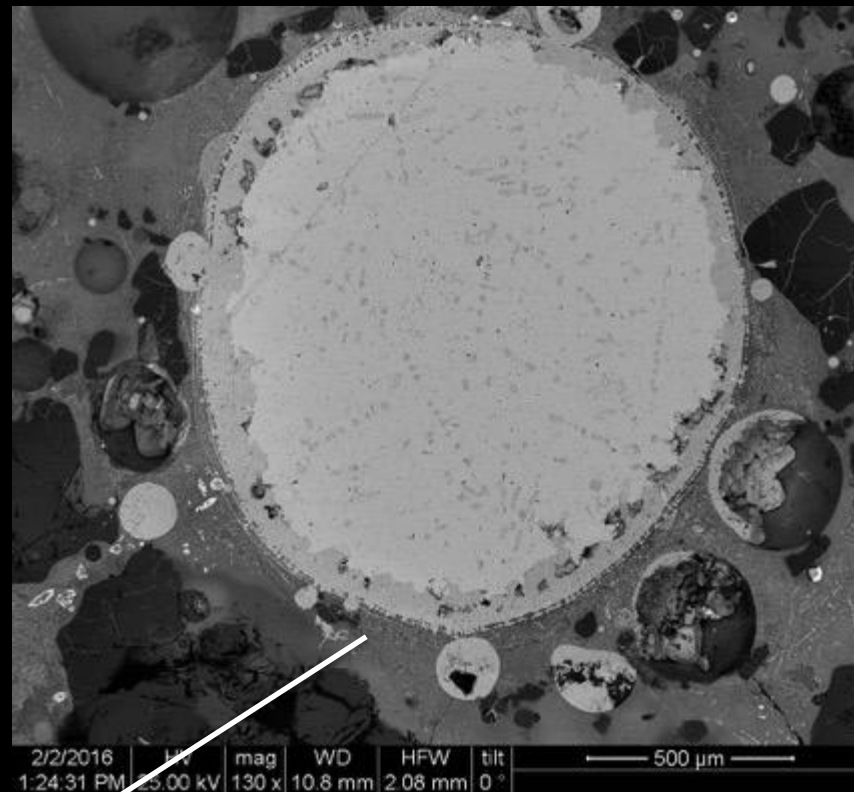
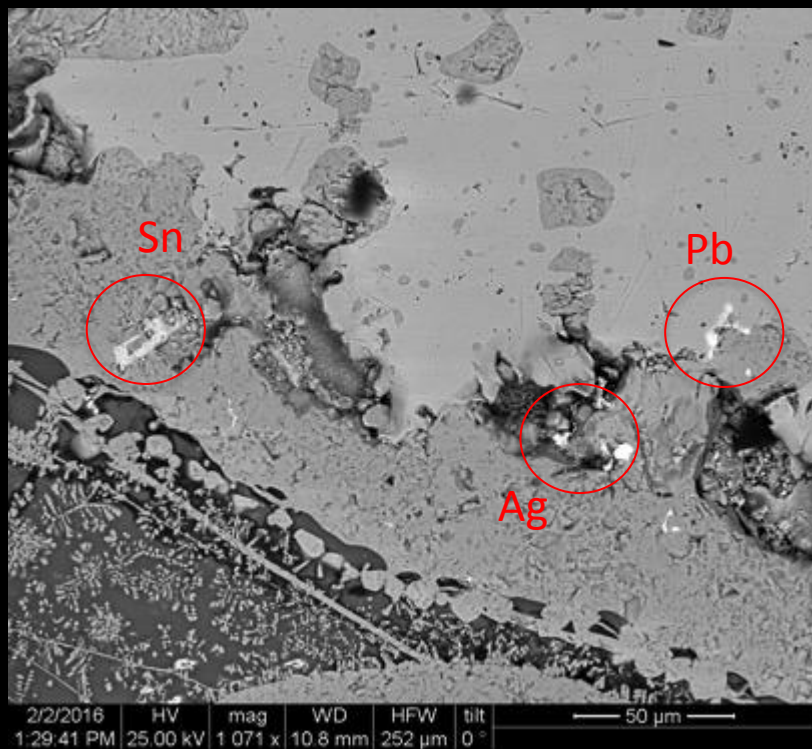
κρύσταλλοι Sn

έγκλεισμα Pb



συναθροίσεις δενδριτών με σύσταση Cu-Sn-Pb

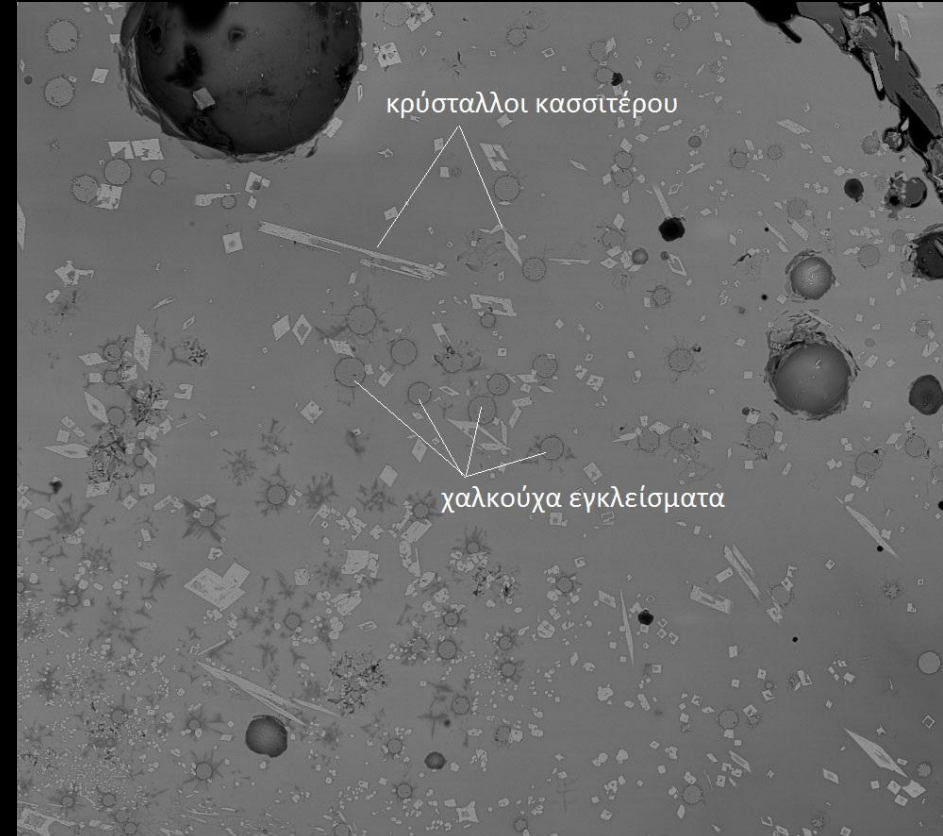
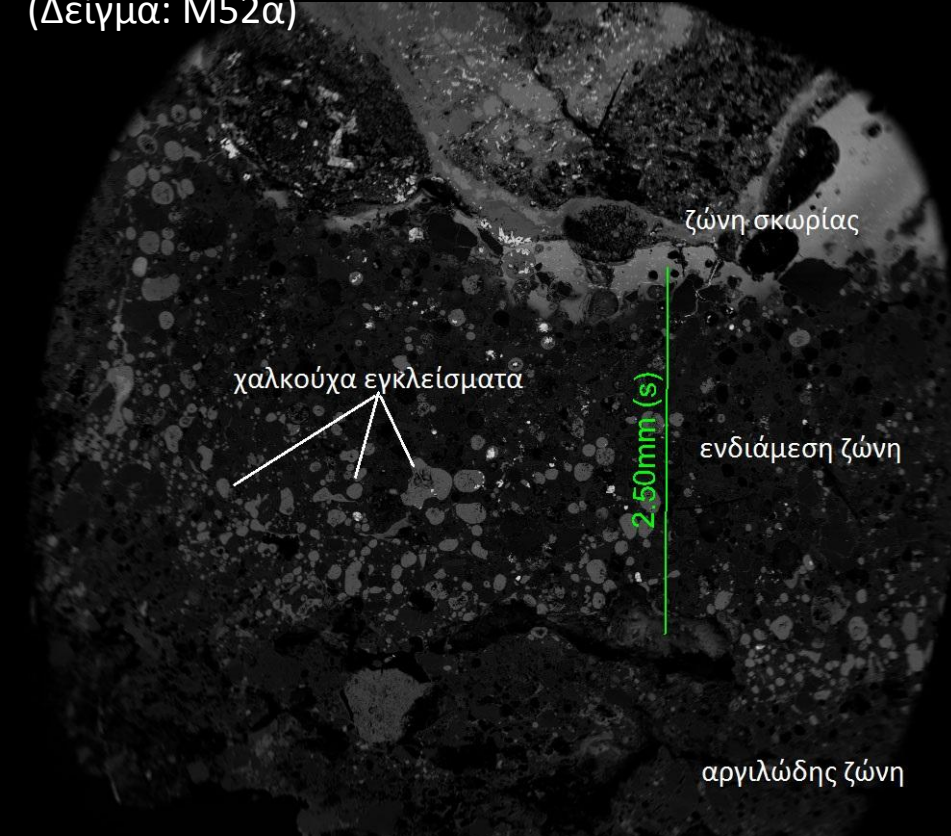
Σκωρία χαλκού
(Δείγμα: M75 sans reMf 04)



σφαιρίδιο χαλκού εγκλωβισμένο
στη σκωρία

εικόνα μικροδομής από το Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Σάρωσης

Πυθμένας από χωνευτήρι
με χαλκούχο συσσωμάτωμα
(Δείγμα: M52α)

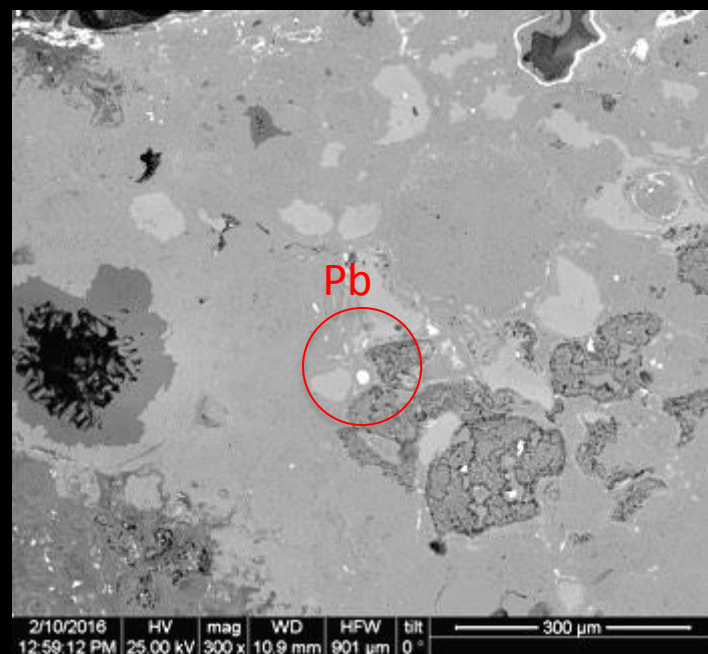


2/9/2016	HV	mag	WD	HFW	tilt
2:13:22 PM	25.00 kV	40 x	11.1 mm	6.71 mm	0 °

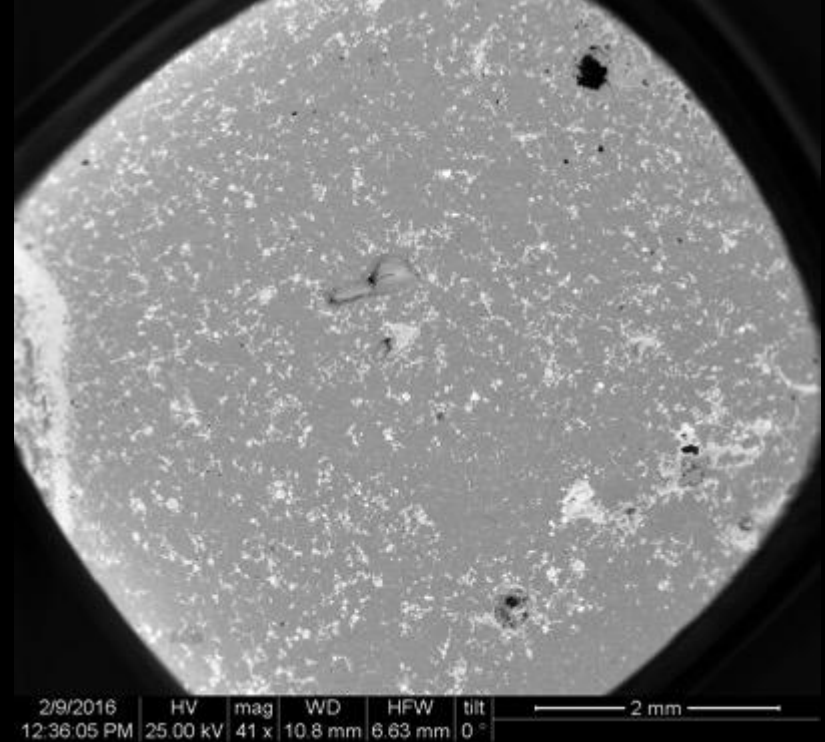
9/2016	HV	mag	WD	HFW	tilt
6:30 PM	25.00 kV	300 x	11.2 mm	901 μm	0 °



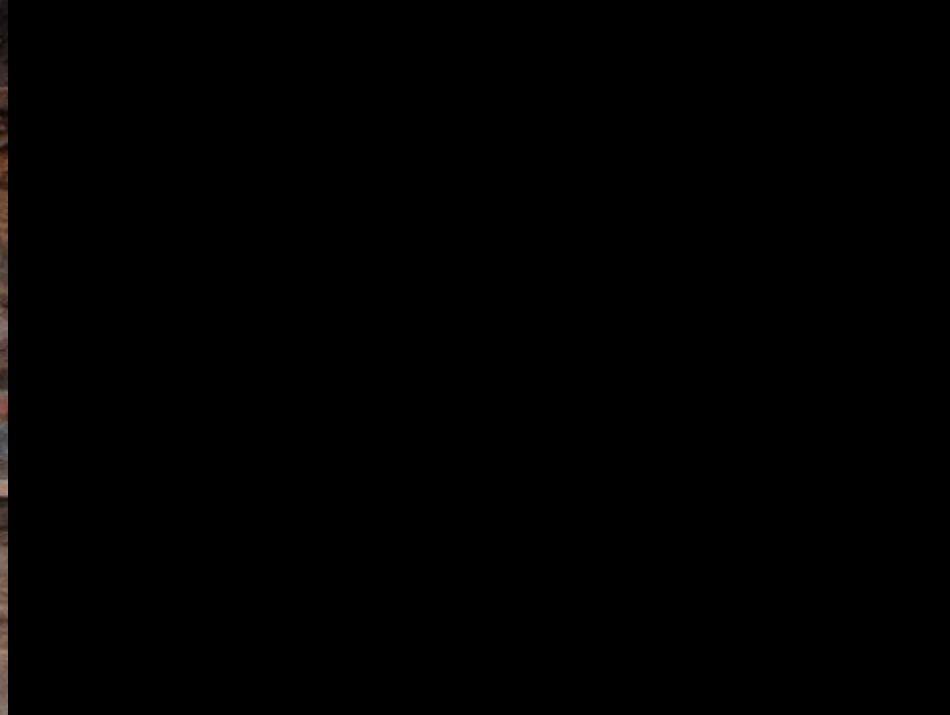
Πυθμένας από χωνευτήρι
με χαλκούχο συσσωμάτωμα
(Δείγμα: M52δ)



Άμορφη μάζα κρατερώματος
Δείγμα: M75 (THB-14)



εγκλείσματα ψευδαργύρου και μολύβδου



ΘΑΣΟΣ – Κατάλοιπα μεταλλουργίας - μεταλλοτεχνίας

Οικ.Κόκκινου - ThANAr
(τέλη 8^{ου}-αρχές 7^{ου} αι.)

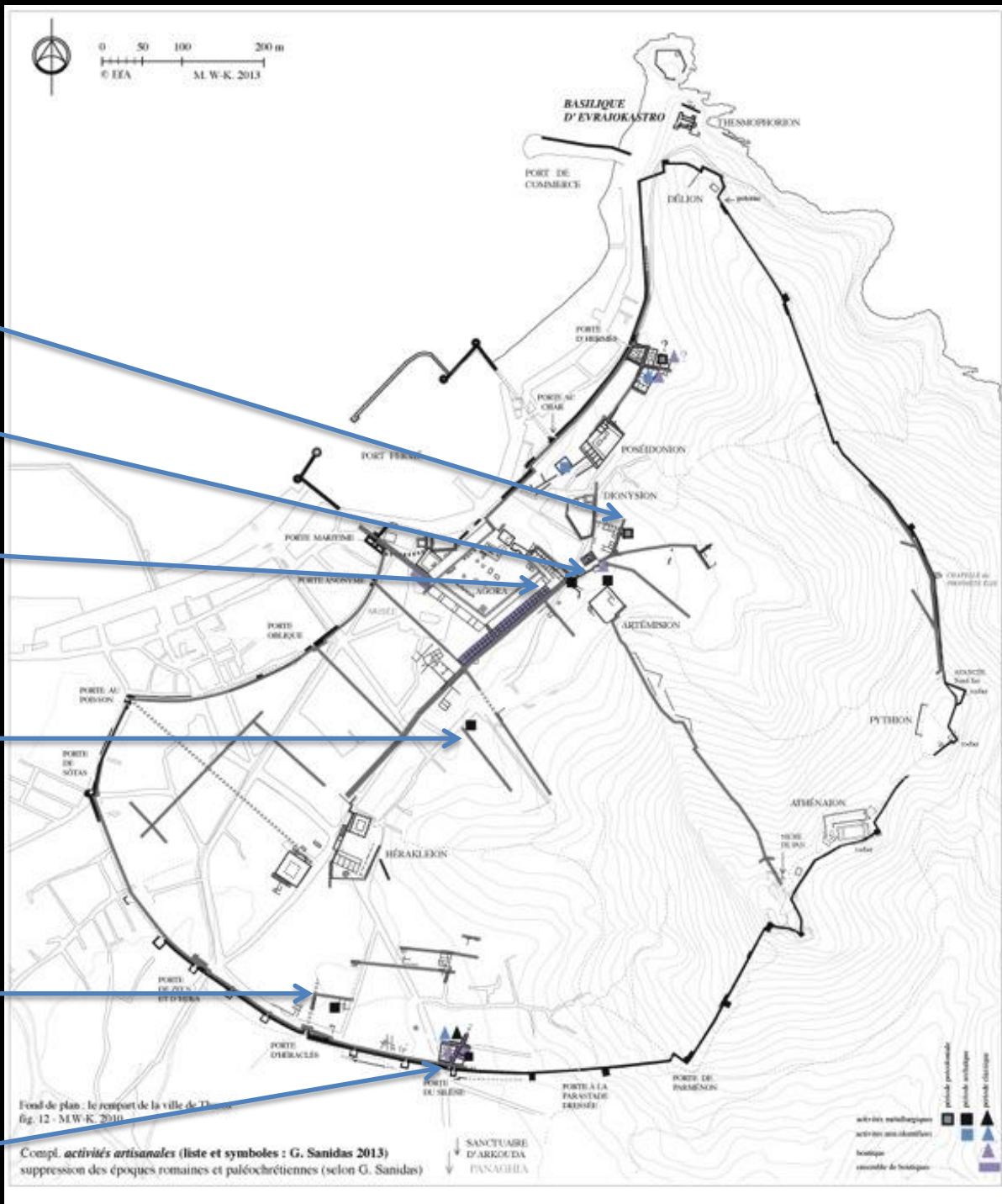
Αρτεμίσιο (τέλη 8^{ου}- 7^{ος} αι.)

Αγορά των Χαρίτων
(αρχαϊκά - κλασικά)

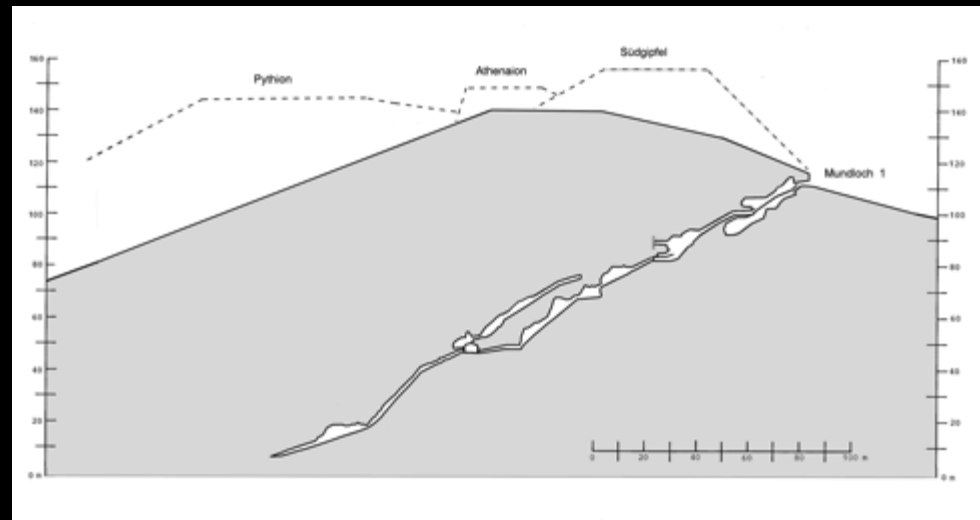
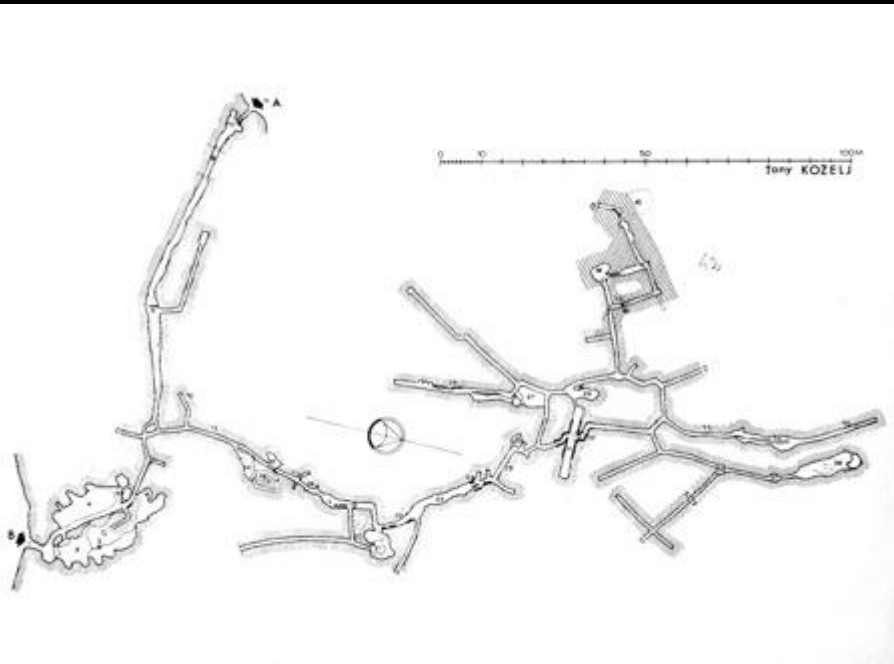
Οικ.Χαριτόπουλου (τέλη 6^{ου} –
αρχές 5^{ου} αι.)

Πύλη Ηρακλή – οικ.
Δασυγένη (αρχές 5^{ου} αι.)

Πύλη Σιληνού (τέλη 6^{ου} και 5^{ος}-4^{ος})



Λιμένας, το μεταλλείο της ακρόπολης



Kozelj, Muller, dans Wagner, Weisgerber 1988

Muller 1979



Wagner, Weisgerber 1988

Ευχαριστούμε!

