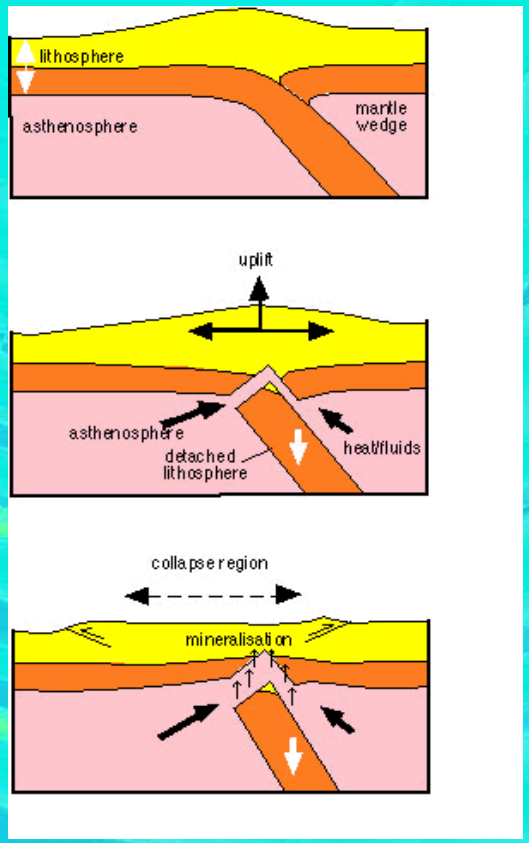
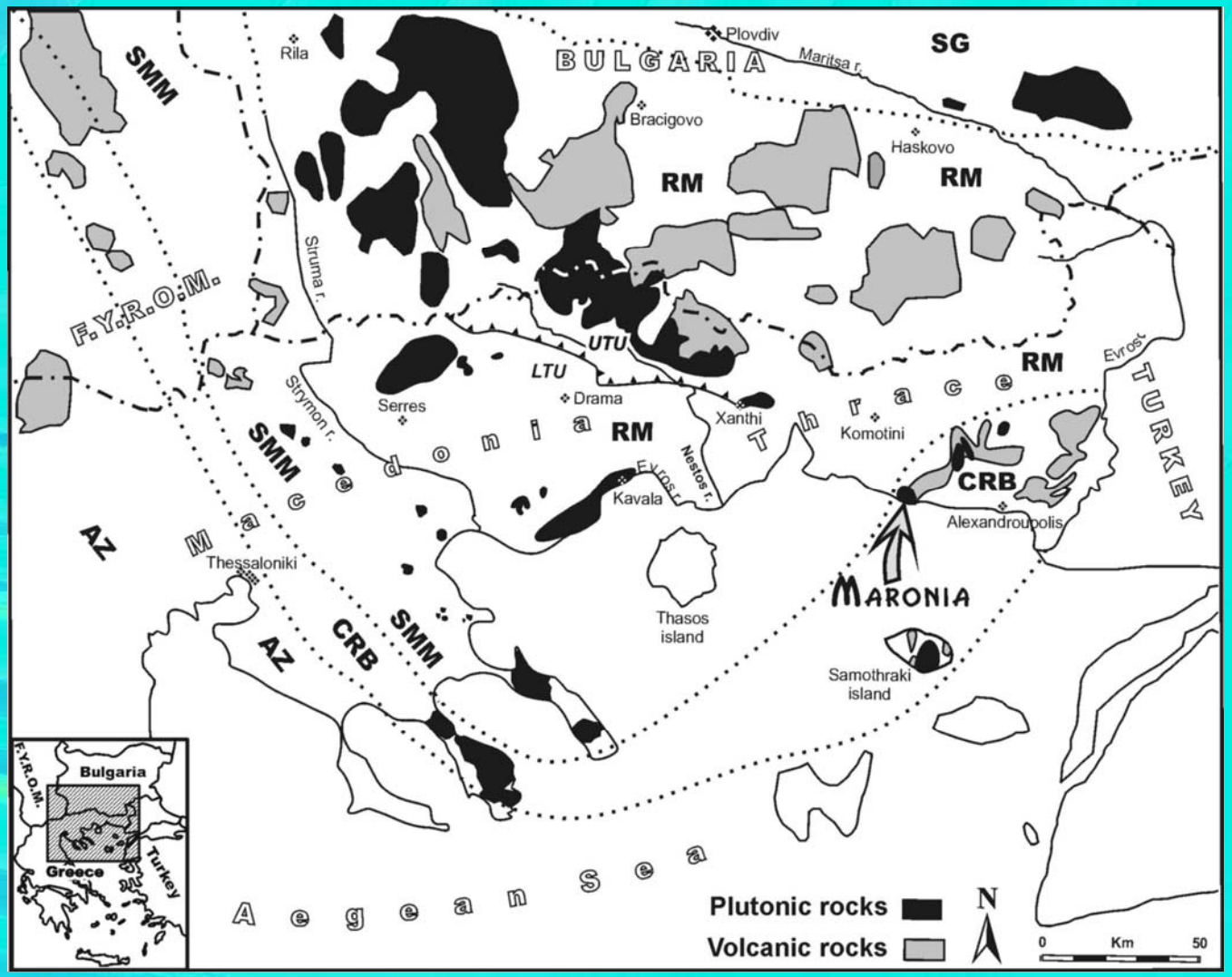
# ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΠΟΡΦΥΡΙΤΙΚΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



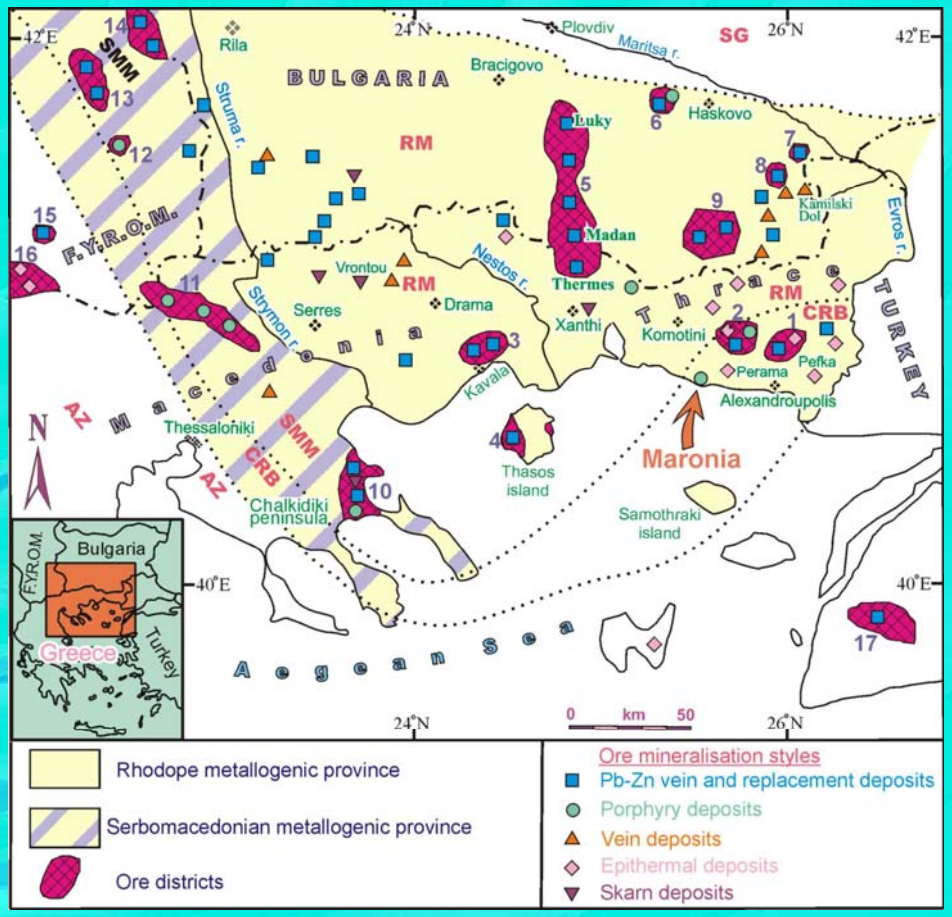

Η καταβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική στο χώρο του Βορείου Αιγαίου κατά το Τριτογενές είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μαγματικών πετρωμάτων όξινης έως ενδιάμεσης σύστασης. Τα πετρώματα αυτά συνδέονται με υδροθερμικά κοιτάσματα μεταλλευμάτων που εντοπίζονται σήμερα στις μεταλλογενε-τικές περιοχές της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής.

Σημαντικά είναι τα κοιτάσματα χαλκού πορ-φυριτικού τύπου που βρίσκονται μέσα σε υποηφαιστειακά πετρώματα. Συχνά περιέ-χουν Mo ή/και Au:

- **Σκουριές Χαλκιδικής**
- **Μαρώνεια Ροδόπης**
- **Κασσιτερές Ροδόπης**
- **Μελίτενα Ροδόπης**
- **Παγώνη Ράχη Κίρκης Έβρου**
- **Γερακαριό, Βάθη, Παλατιανό Κιλκίς**
- **Δίλοφο, Φισώκα, Αλατίνη Χαλκιδικής**



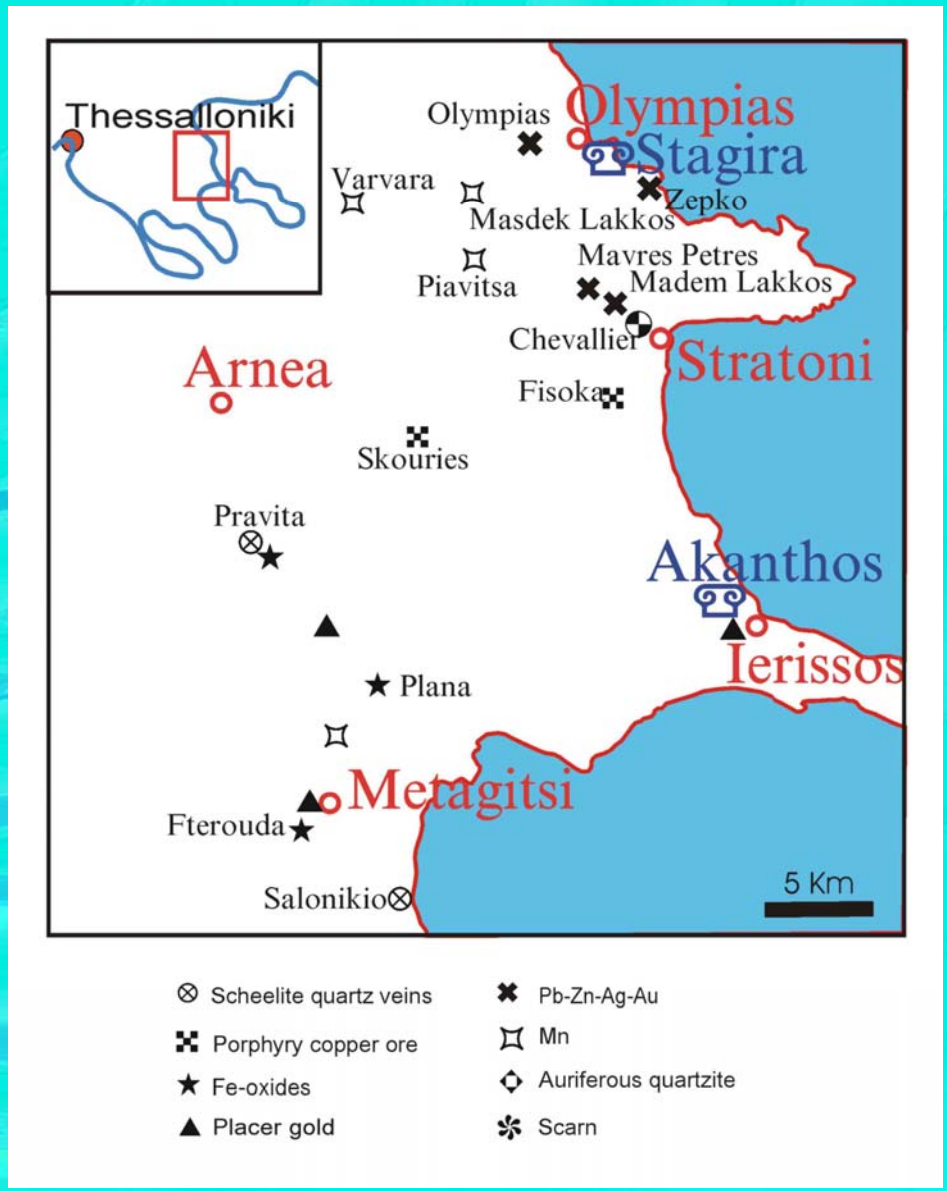

**Oligocene-Miocene magmatic rocks (plutonic and volcanic) in Southern Balkan peninsula**




**Distribution of the Tertiary ore districts and deposits within the Rhodope and the Serbomacedonian metallogenic provinces in the southern Balkan peninsula.**

**RM=Rhodope Massif, SMM=Serbomacedonian Massif, CRB=Circum Rhodope Belt, AZ=Axios Zone, SG=Srednogorie Zone.**

**1. Esymi, 2. Kirki-Sapes, 3. Kavala, 4. Thasos, 5. Thermes-Madan-Luky, 6. Spahievo, 7. Lozen, 8. Madjarovo, 9. Zvezdel, 10. Chalkidiki, 11. Kilkis (Doirani-Gerakario-Vathi-Pontokerasia), 12. Buchim-Damjan, 13. Kratovo-Zletovo, 14. Osogovo-Sasa-Toranica, 15. Borov Dol, 16. Aridea-Kozuf, 17. Balikesir**

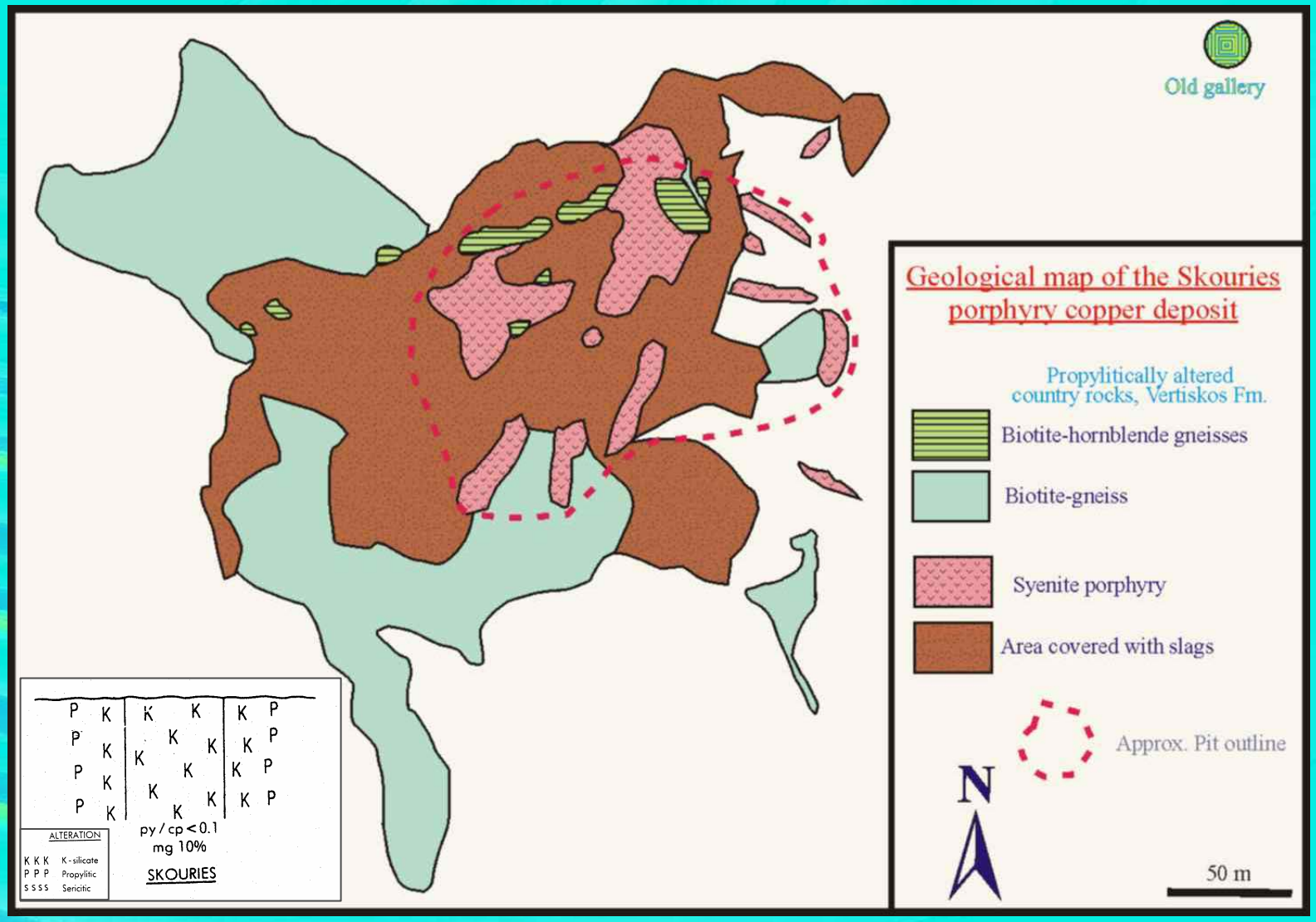



**Ore deposits in NE Chalkidiki, Greece**

# Κοίτασμα πορφυριτικού Cu-Au, Σκουριές Χαλκιδικής

- 3 km ΒΑ της Μεγάλης Παναγίας Χαλκιδικής
- Αποτελεί παγκοσμίου επιπέδου παράδειγμα (world class) για κοιτάσματα πορφυριτικού Cu-Au
- Συνδέεται με συηνιτικό πορφύρη που διείσδυσε στους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και τους γνεύσιους της Σερβομακεδονικής μάζας κατά το Μειόκαινο (19-20 Ma)
- Το μεταλλοφόρο σώμα έχει μορφή κατακόρυφου σωλήνα (pipe) με σχήμα ελλειπτικό (180 x 200 $\mu^2$) και βάθος > 700 μ.
- Ζώνες εξαλλοίωσης: Καλιούχος και προπυλιτική
- Η μεταλλοφορία αποτελείται κυρίως από χαλκοπυρίτη, βορνίτη, σιδηροπυρίτη και μαγνητίτη. Επίσης σε ίχνη χρυσός, γαληνίτης, τετραεδρίτης, μολυβδαινίτης, σφαλερίτης, μερενσκυίτης (Pd, Te), συλβανίτης (Au, Ag, Te), εσσίτης(Ag, Te) και Au-τελλουρίδια.
- Στο ανώτερο τμήμα εντοπίζεται ζώνη οξείδωσης (mal, azur, lim, jar) βάθους 15-30μ και ζώνη εμπλουτισμού (cc, cov, cupr) βάθους 2-3μ
- Θερμοκρασίες σχηματισμού: 750°C (ποτασσική ζώνη), 380 έως 480°C (αρχικό στάδιο της προπυλιτικής ζώνης) και 210°C (τελικό στάδιο της προπυλιτικής ζώνης)

# GEOLOGICAL MAP OF THE SKOURIES DEPOSIT



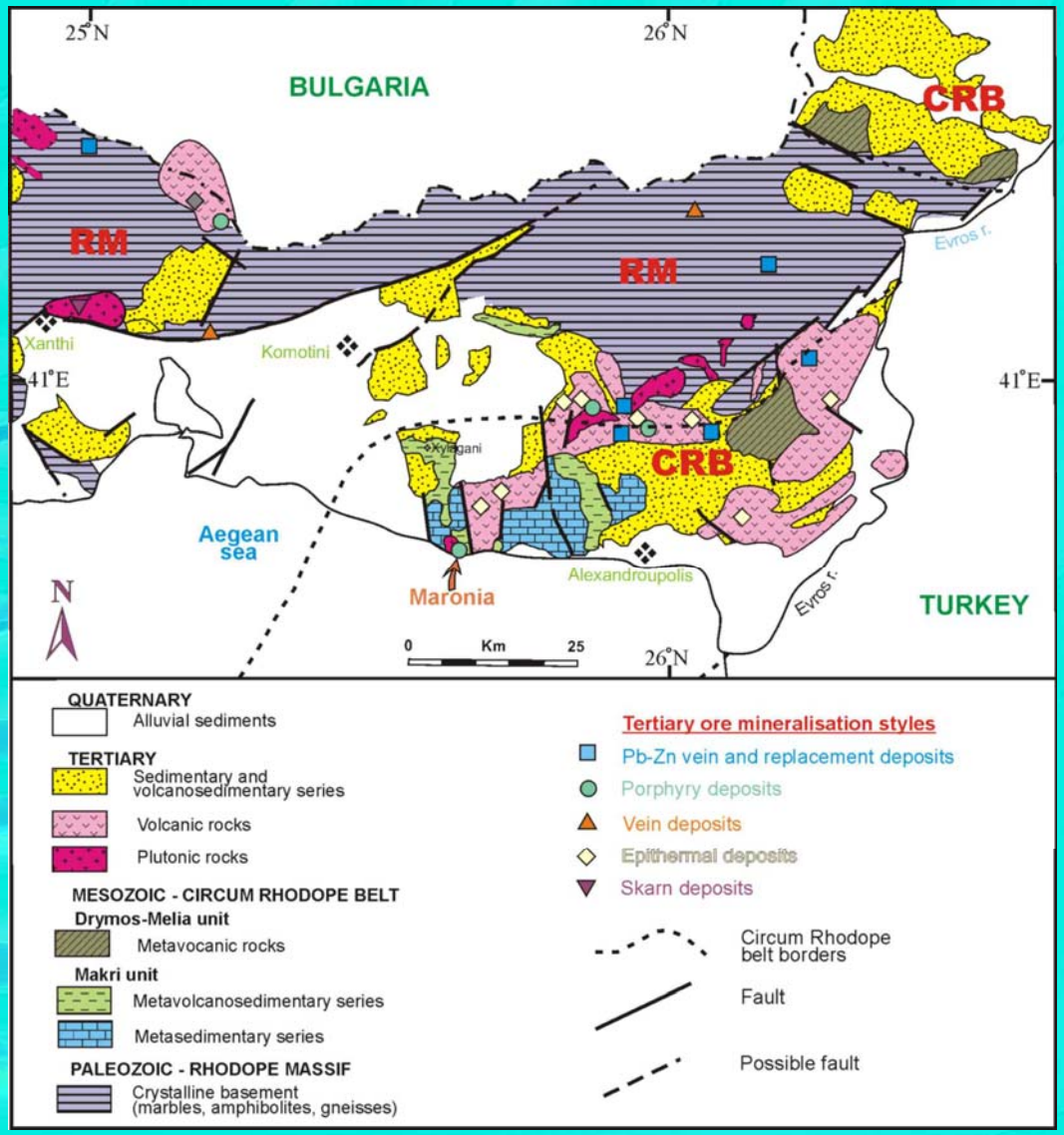
# ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ, ΣΚΟΥΡΙΕΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

- **Η μεταλλευτική έρευνα, που πραγματοποιήθηκε από την TVX HELLAS με 86.000 μέτρα γεωτρήσεων και μία ερευνητική στοά μήκους 800 μ., προσδιόρισε αποθέματα 130 εκατομμύρια τόνων με περιεκτικότητα 0,88gr/t χρυσό και 0,548 % χαλκό.**
- **Συνολικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα: 3,715 εκατ. ουγγιές (=105 τόνοι) χρυσού και 750 εκατ. τόνοι χαλκού. Το μεταλλείο θα είναι ένας συνδυασμός επιφανειακής εκμετάλλευσης (open-pit mine) και υπόγειου μεταλλείου. Η επιφανειακή εξόρυξη θα έχει διάμετρο 700 μ. και βάθος 250 μ.**
- **Κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 ετών λειτουργίας η παραγωγή θα φτάσει περίπου τις 200.000 ουγκιές (=5,7 τόνοι) χρυσού και τους 35.000 τόνους χαλκού το χρόνο.**
- **Με βάση τον μέχρι σήμερα υπολογισμό των αποθεμάτων η συνολική διάρκεια της εκμετάλλευσης είναι 20 χρόνια.**

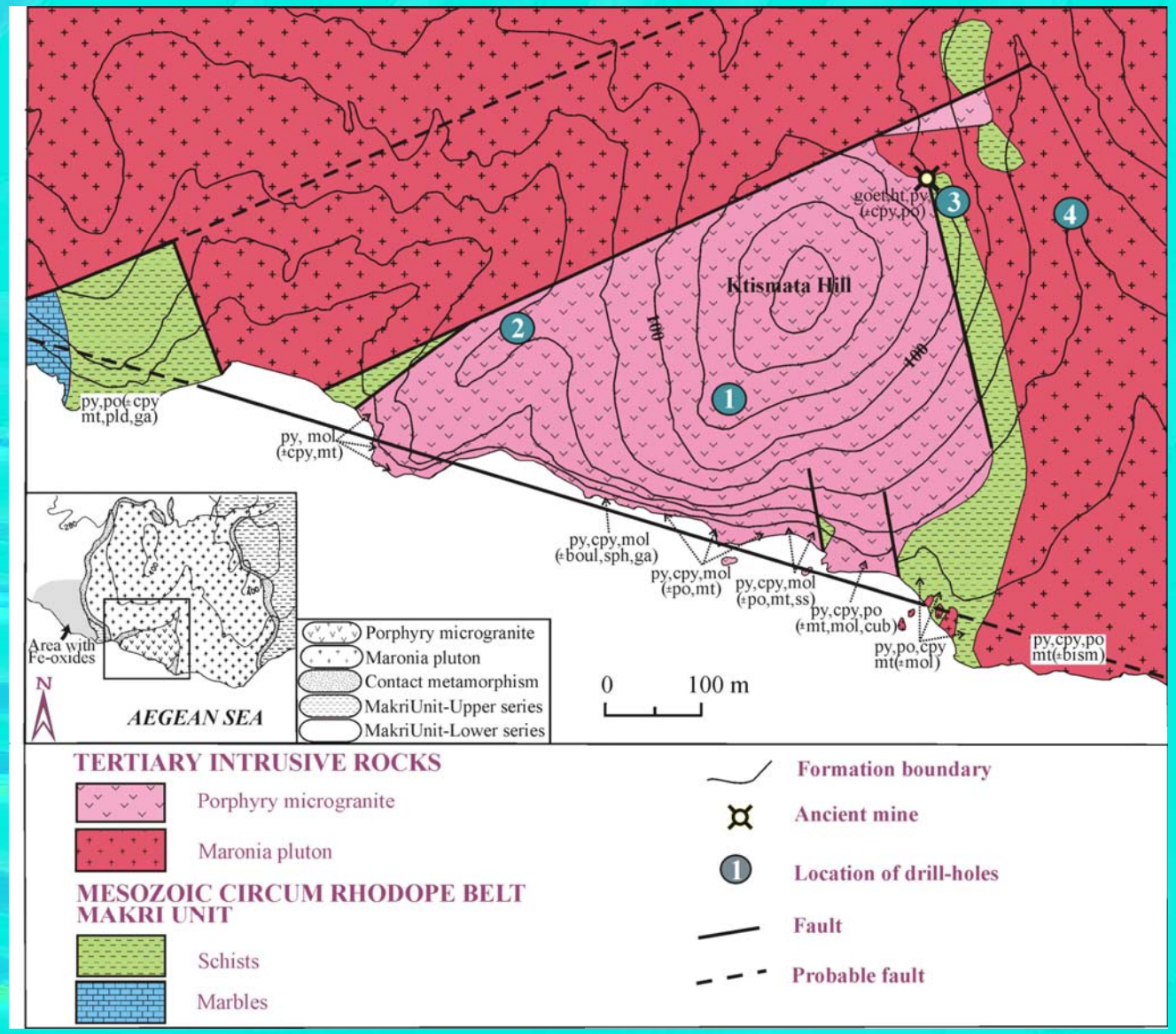
# Φωτογραφίες από το πορφυριτικό κοίτασμα στις Σκουριές

# Κοιτάσματα πορφυριτικού Cu, Δίλοφο, Φισώκα, Αλατίνα Χαλκιδικής

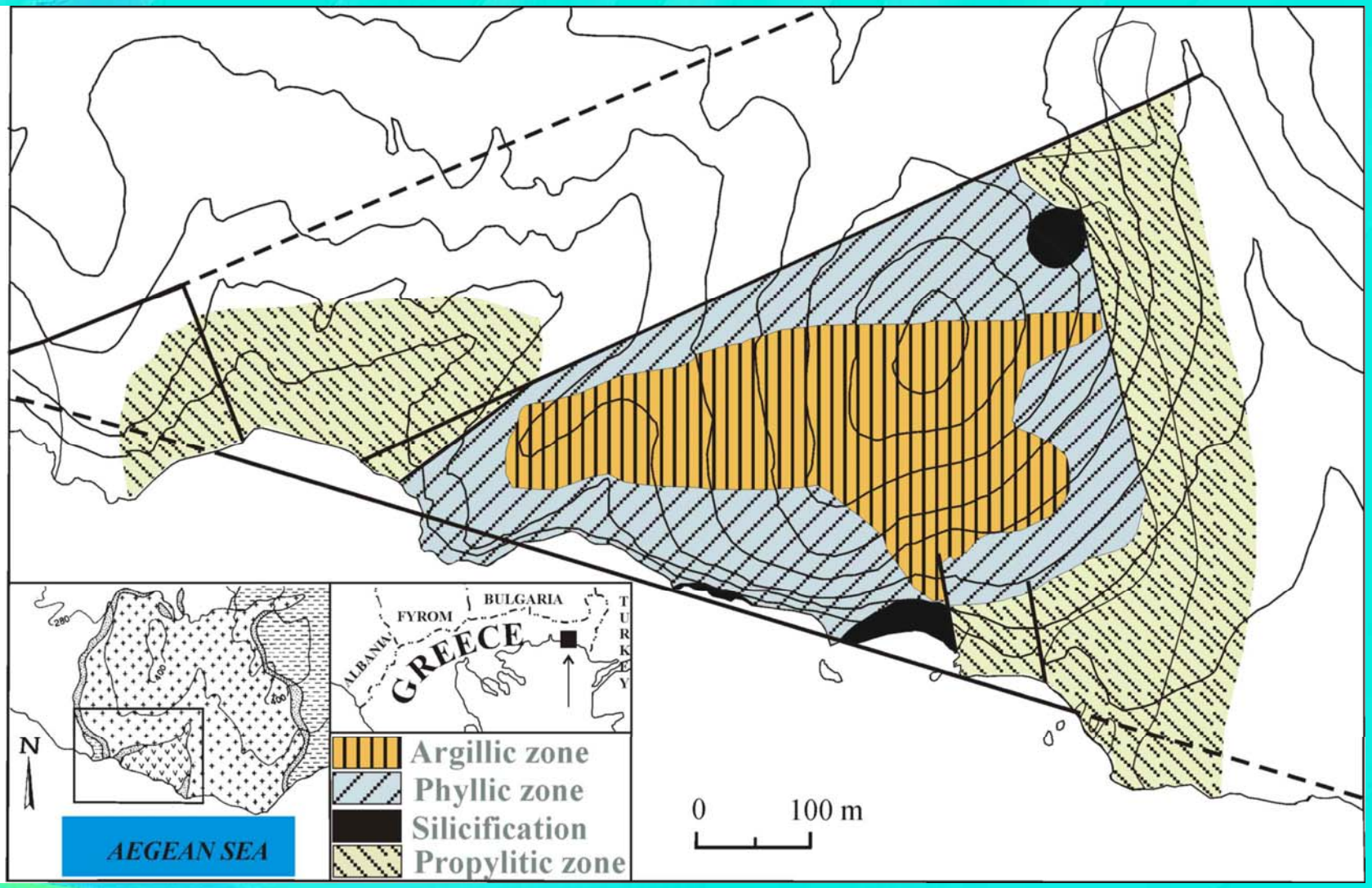
- Συνδέονται με πορφυρικά πυριγενή πετρώματα σύστασης χαλαζιακού διορίτη έως γρανοδιορίτη που διείσδυσαν σε μαραμαρυγιακούς σχιστόλιθους κατά το Ολιγόκαινο (23-25Ma)
- Ζώνες εξαλλοίωσης: Φυλλιτική και προπυλιτική
- Διακρίνονται δύο στάδια μεταλλοφορίας. Στάδιο Ι: Διάσπαρτη και φλεβική/φλεβοειδής μεταλλοφορία. Στάδιο ΙΙ: Φλεβική μεταλλοφορία
- Η μεταλλοφορία αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη και χαλκοπυρίτη. Σε ίχνη υπάρχουν χρυσός, μαγνητίτης, γαληνίτης, σφαλερίτης, τετραεδρίτης, μολυβδαινίτης, μαγνητοπυρίτης, βισμουθινίτης, τετραδυμίτης και αρσενοπυρίτης
- Στο ανώτερο τμήμα εντοπίζεται ζώνη οξείδωσης (mal, azur, lim, ht, Mn-oxides) βάθους 40-80 μ και ζώνη εμπλουτισμού (cc, cov) βάθους 40-50 μ
- Συνθήκες σχηματισμού. Θερμοκρασία: 300-400° C. Πίεση: 200-400 bars (στάδιο Ι) και 600-800 bars (στάδιο ΙΙ).
- Cu = 0.1-0.4 %, Au = 2-4 ppm (έως 20 ppm)



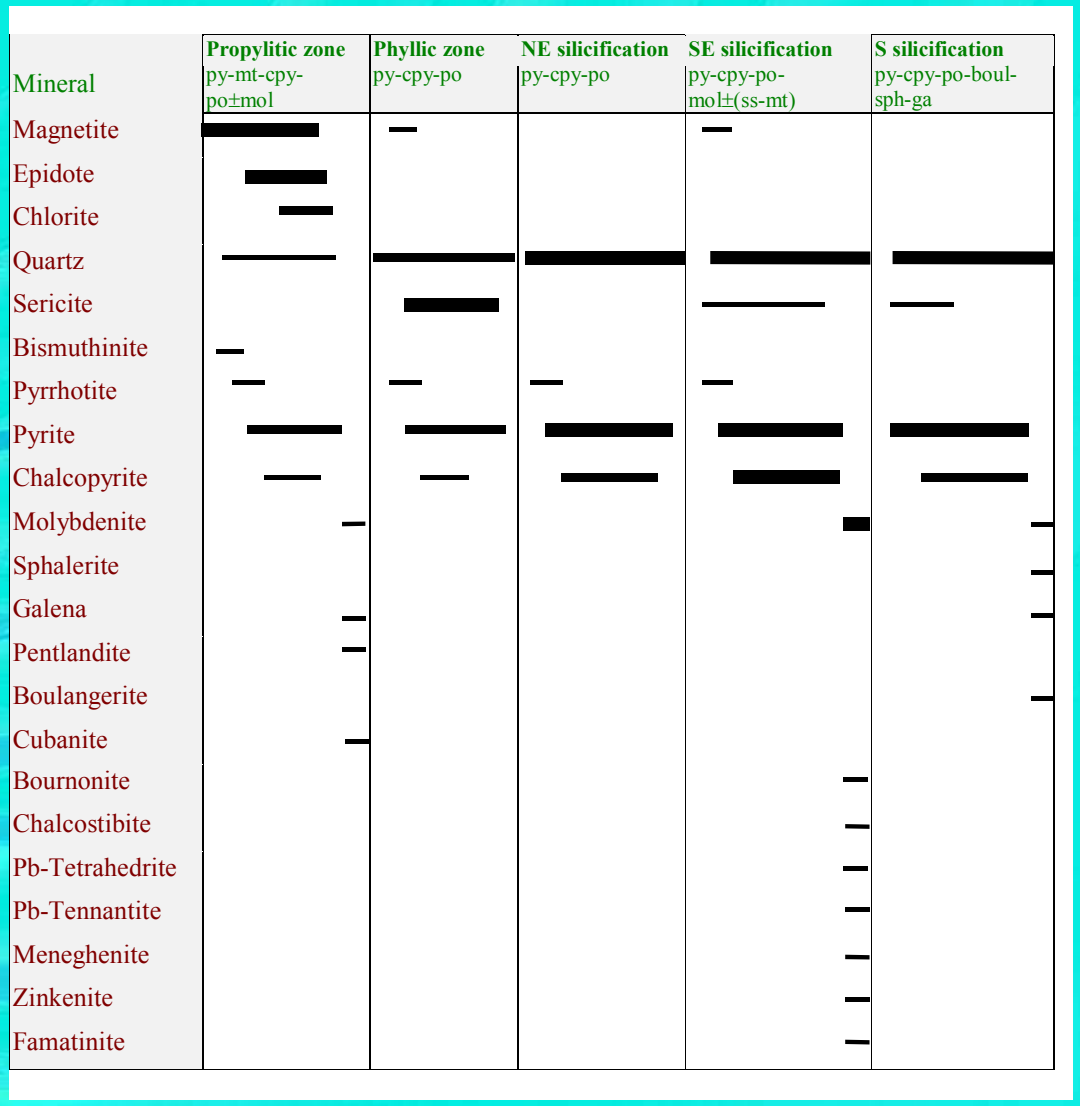

**Simplified geological map of Greek Thrace displaying the major Tertiary mineralisations**



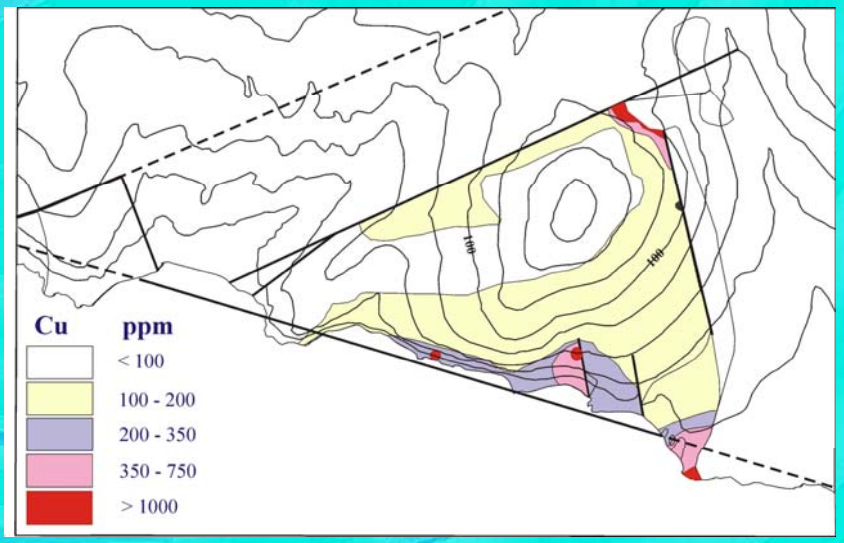

**Geological sketch map showing the geology of the Maronia porphyry Cu-Mo mineralisation**



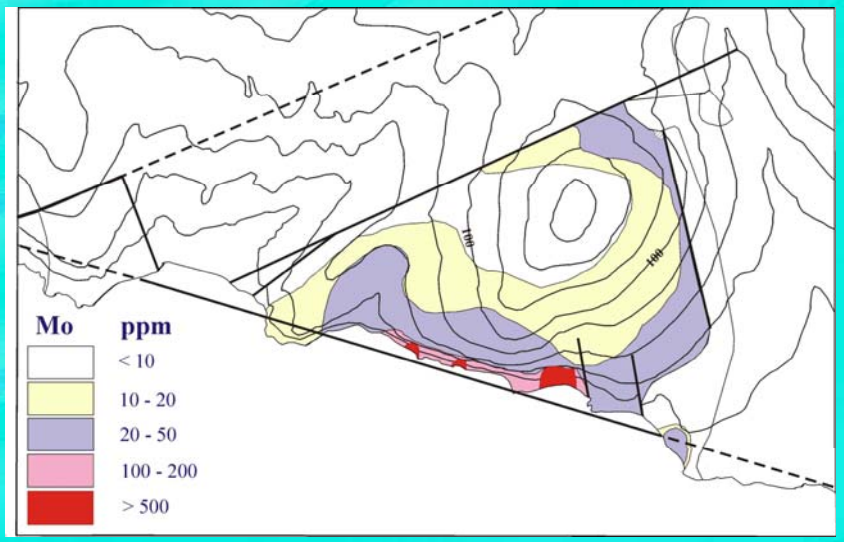

Sketch map of hydrothermal alteration zoning of the Maronia porphyry type deposit. Phyllic, silicified, argillic and propylitic zones are illustrated

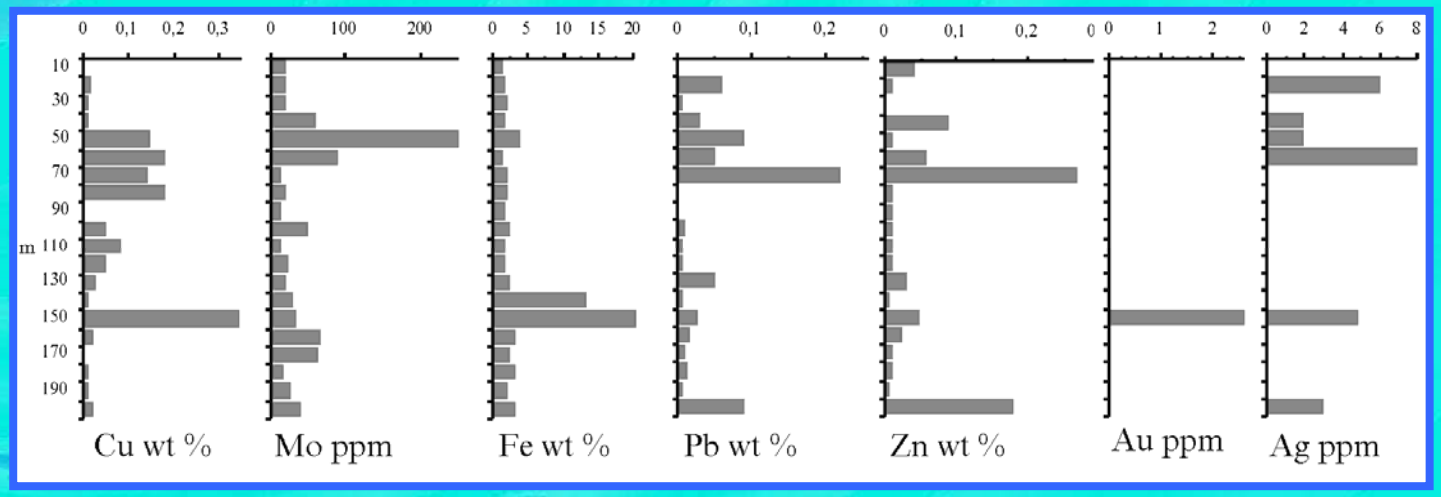



**Simplified paragenetic assemblages of ore and alteration minerals in the Maronia porphyry Cu-Mo deposit. Line thickness represent schematically the relative abundances of the minerals**




Distribution of copper (Cu) and molybdenum (Mo) within the Maronia porphyry type deposit. The element distribution also corresponds to the zones enriched in chalcopyrite and molybdenite, respectively.






Distribution of Cu, Mo, Fe, Pb, Zn, Au and Ag in drill-hole 1 from Maronia porphyry deposit (chemical anlyses from HCPFC, unpublished data)

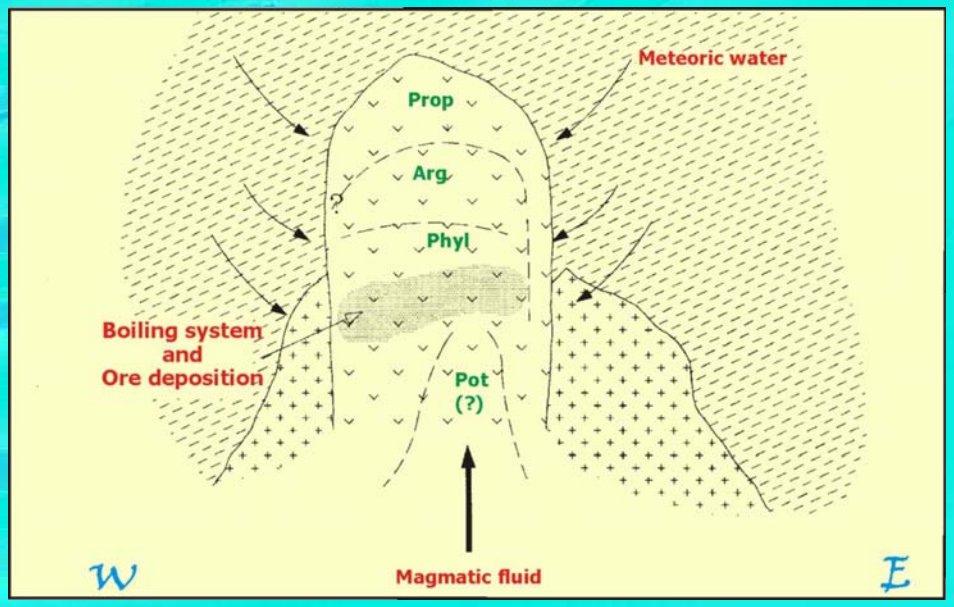
**Surface samples of altered rock contain as much as 7,600 ppm Mo, 5,460 ppm Cu and 1 ppm Au.**

**Geochemical data from a drill-core revealed a 10-m-thick horizon containing as much as 12 ppm Au, 17 ppm Ag and 2.00 % Cu**

## FLUID INCLUSIONS

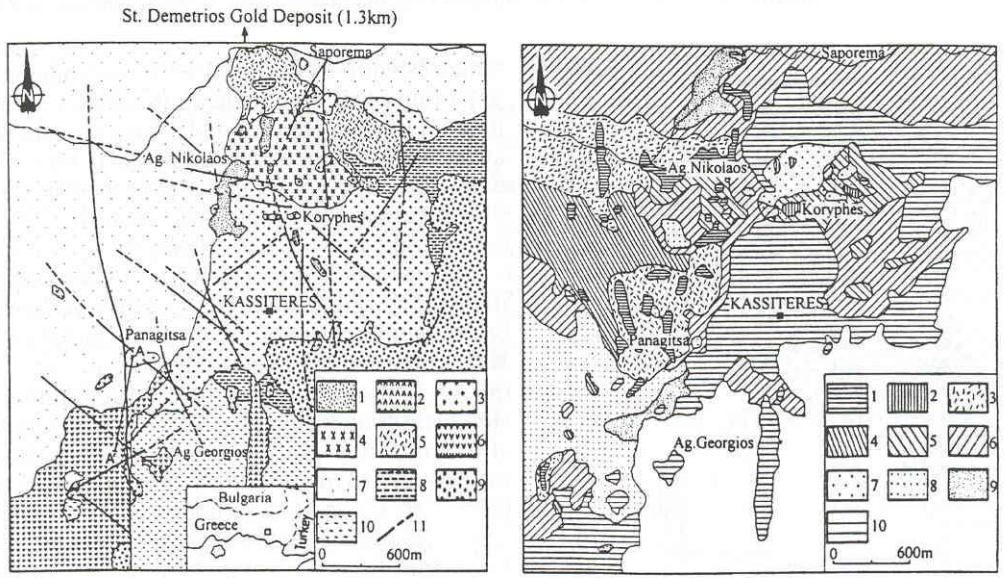
•Four types of fluid inclusions in ore-related quartz
•Salinities from 5 to 55 wt% NaCl equiv
•Homogenisation temperatures varying mainly from 280 to 460 °C.
•Estimated trapping pressures of the ore-forming fluids range from 150 to 510 bar
•Boiling is considered to be the main process of ore formation

**SULPHUR ISOTOPIC** compositions for the pyrite and molybdenite suggest an igneous derivation of sulphur. Ascending melts and hydrothermal fluids interacted with the sulphide-bearing metavolcanic rocks, incorporating sulphur and ore metals (including Cu, Mo, Pb, Zn and Au) from the lithosphere




Maronia deposit has the potential of containing economic quantities of exceptionally high-grade porphyry Cu-Mo ores, with economic gold grades

# Κοίτασμα πορφυριτικού Cu, Κασσιτερές Θράκης




**Lithology**

**Oligocene**
1. Rhyolitic dikes
2. Dacitic dikes
3. Quarz monzodiorite
4. Pyroxene-biotite-diorite
5. Porphyritic diorite
6. Andesitic lavas
7. Pyroclastic rocks (+lavas)

**Upper Eocene**
8. Pelites, marls, sandstones
9. Basal conglomerates

**Mesozoic**
10. Makri unit 11. Faults

**Alterations**

1. Silicic alteration: Fuggy- and massive silica
2. Quarz-diaspore ] Advanced argillic alteration
3. Quarz-alunite ] Advanced argillic alteration
4. Quarz-kaolinite ] Advanced argillic alteration
5. Argillic alteration
6. Sericitic alteration
7. K-silicate alteration
8. K-feldspar (adularia) alteration
9. Intermediate argilic alteration
10. Propylitic alteration (locally fresh magmatic rocks)

Η μεταλλοφορία πορφυριτικού χαλκού συνδέεται με Τριτογενή **πορφυρικό διορίτη και χαλαζιακό μονζοδιορίτη**.

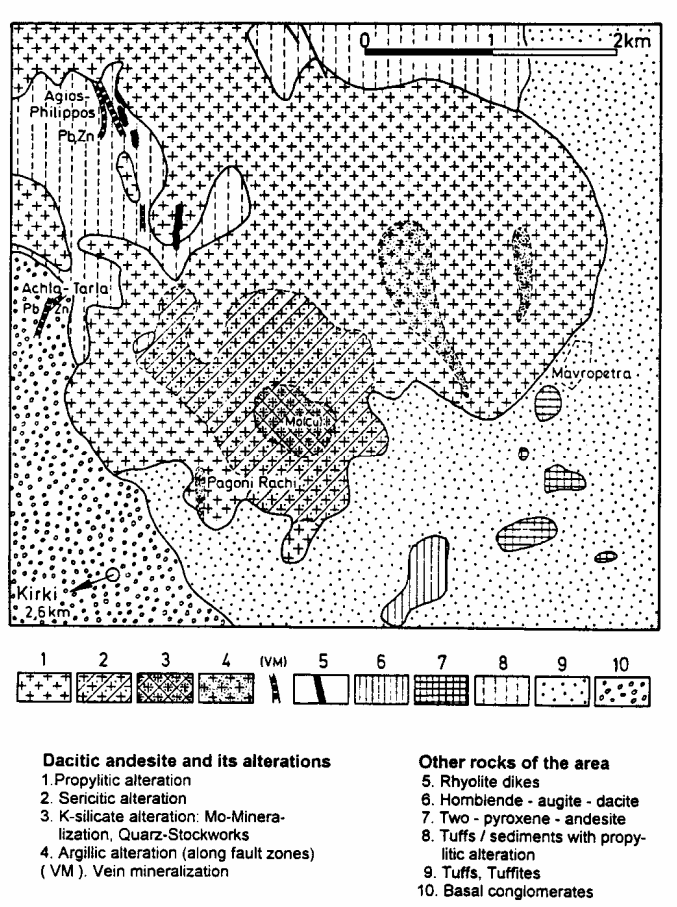
**Ζώνες εξαλλοίωσης**: Καλιούχος, φυλλιτική, αργιλική και προπυλιτική

**Μεταλλοφορία**: σιδηροπυρίτης χαλκοπυρίτης μαγνητίτης μαρκασίτης αιματίτης

**Cu έως 640 ppm**

# Κοιτάσματα πορφυριτικού Cu, Μελίτενα και Παγώνη Ράχη Θράκης

Μελίτενα Ροδόπης: Η μεταλλοφορία συνδέεται με Τριτογενή υποηφαιστειακό **δακίτη** που έχει διεισδύσει στα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής μάζας. **Ζώνη εξαλλοίωσης**: Πυριτική

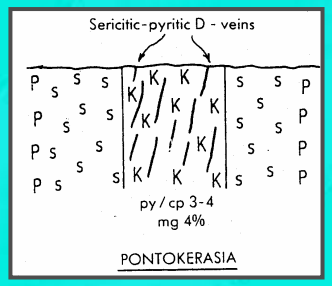



## Παγώνη Ράχη Κίρκης

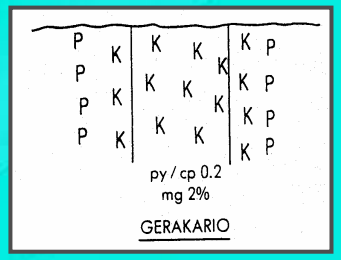
Ο ξενιστής της μεταλλοφορίας είναι ένας Ολιγοκαινικός **δακιτικός ανδεσίτης** που έχει διεισδύσει στους ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμούς της λεκάνης Κίρκης-Αισύμης. **Ζώνες εξαλλοίωσης**: καλιούχος, σερικιτική, αργιλική, προπυλιτική. Η **μεταλλοφορία** αποτελείται από σιδηροπυρίτη, χαλκοπυρίτη, μολυβδαινίτη, μαγνητίτη.

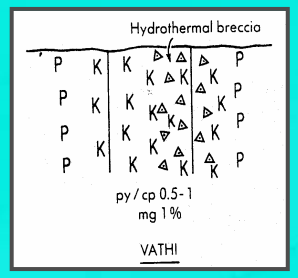
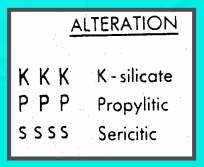
# Κοιτάσματα πορφυριτικού Cu, Ποντοκερασιά, Γερακαριό, Βάθη Κιλκίς

Ποντοκερασιά: Η μεταλλοφορία συνδέεται με πορφυρικό γρανίτη που διείσδυσε κατά το Ολιγόκαινο στη Σερβομακεδονική μάζα. Ζώνες εξαλλοίωσης Καλιούχος, φυλλιτική. Τύπος μεταλλοφορίας Διάσπαρτη-φλεβική. Αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη και χαλκοπυρίτη. Σε ίχνη χρυσός, γαληνίτης, σφαλερίτης, μαγνητίτης, αντιμονίτης. Cu: έως 0,26%, Au: έως 0,16 ppm.




Γερακαριό: Η μεταλλοφορία συνδέεται με πορφυρικό συηνίτη (22-25 Ma) και με πορφυρικό γρανοδιορίτη (34 Ma) που διείσδυσαν στη Σερβομακεδονική μάζα. Ζώνες εξαλλοίωσης Πορφυρικός συηνίτης: Καλιούχος, Πορφυρικός γρανοδιορίτης: Φυλλιτική. Τύπος μεταλλοφορίας Διάσπαρτη-φλεβική. Αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη, χαλκοπυρίτη και μαγνητίτη. Σε ίχνη αρσενοπυρίτης, βορνίτης, γαληνίτης, βουρνονίτης,χρυσός. Ζώνη οξεί-δωσης: mal, jar, lim, ht. Αποθέματα: 13 εκατ. τόνοι. Cu: 0.33 %, Au: έως 1,4 ppm




Βάθη: Η μεταλλοφορία συνδέεται με Τριτογενή πορφυρικό λατίτη. Ζώνες εξαλλοίωσης Φυλλιτική, προπυλιτική. Αποτελείται κυρίως από σιδηροπυρίτη και χαλκοπυρίτη. Ζώνη οξείδωσης (45-90 μ): lim, mal, azur και ορυκτά U (τορμπερνίτη, μετατομπερνίτη). Ζώνη εμπλουτισμού (2 μ): cupr, cc, cu. 2 km βόρεια μεταλλοφορία πορφυρικού Cu που συνδέεται με τη διείσδυση χαλαζιακού μονζονίτη Μειοκαινικής ηλικίας (17-18 Ma). Ζώνες εξαλλοίωσης Καλιούχος Αποτελείται από σιδηροπυρίτη, χαλκοπυρίτη, ίχνη μολυβδαινίτη, γαληνίτηCu: έως 0,22%, Au: έως 0,15 ppm.