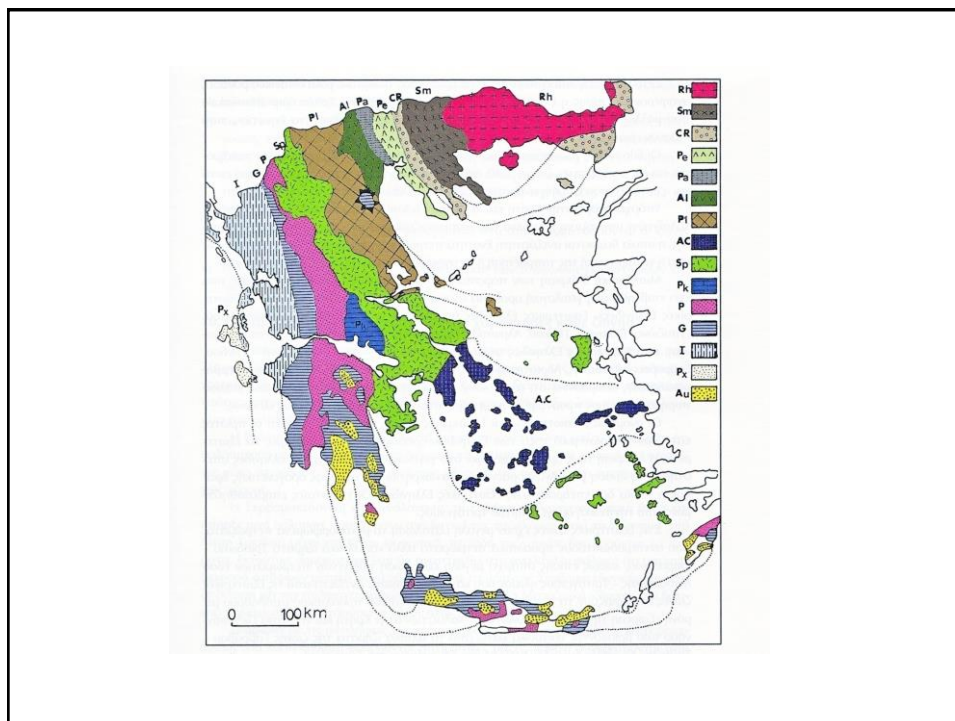


# Αττικοκυκλαδική μάζα

Ιωάννης Ηλιόπουλος  
Δεκέμβριος 2020

1



2

### Η Αττικο-Κυκλαδική μάζα (ΑΚΜ)

- Μια ζώνη ετερογενούς σύστασης που αποτελείται από διάφορες ενότητες σχηματισμών με τεκτονικές μεταξύ τους σχέσεις
- Οι επαφές μεταξύ των ενοτήτων είναι ορατές σε λίγες περιοχές λόγω της σημερινής εξάπλωσης της θάλασσας
- Ο εφελκυσμός και οι μεταπτώσεις των κανονικών ρηγμάτων στο Πλειο-Πλειστόκαινο προκάλεσαν και ολοκλήρωσαν την **βύθιση της Αιγίδας** και περιόρισαν την ΑΚΜ σε απομονωμένα νησιά

3

### Η Αττικο-Κυκλαδική μάζα (ΑΚΜ)

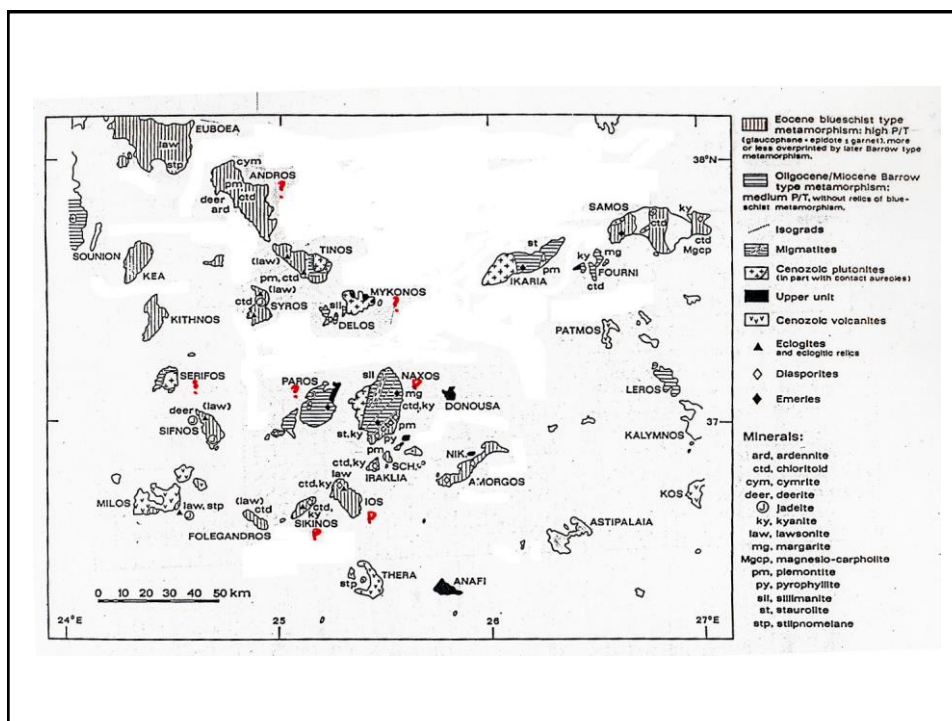
- Ανεξάρτητα από την αρχική προέλευση των σχηματισμών των διαφόρων ενοτήτων της ΑΚΜ, πολλοί σχηματισμοί κατά τη διάρκεια του Ηωκαίνου μεταμορφώθηκαν σε συνθήκες HP/LT **Εκλογιτικής** και αργότερα **Γλαυκοφανιτικής φάσης (Μεταμορφικό Επεισόδιο M1)**
- Κατά τη διάρκεια Α. Ολιγοκαίνου – Κ. Μειοκαίνου τα πετρώματα υπέστησαν 2<sup>ο</sup> επεισόδιο μεταμόρφωσης σε συνθήκες **πρασινοσχιστολιθικής φάσης (Μεταμορφικό Επεισόδιο M2)**

4

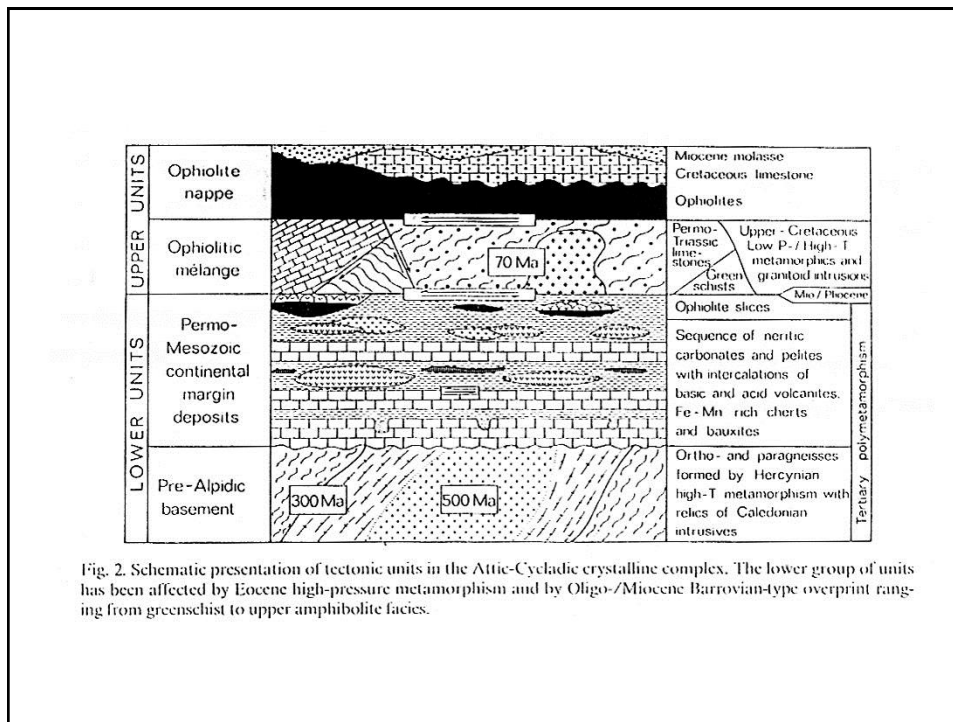
## Η Αττικο-Κυκλαδική μάζα (ΑΚΜ)

- Αρχικά: Προ-αλπικό υπόβαθρο της Πελαγονικής
- Νέες έρευνες: ετερογενής κρυσταλλική μάζα που αποτελείται από μία πολύπλοκη σειρά διακριτών Μεσοζωϊκών τεκτονικών καλυμμάτων
- Λόγω το νησιωτικού χαρακτήρα, δύσκολο να θεμελιωθεί η συσχέτισή τους
- Διακρίνονται δύο κύριες ομάδες τεκτονικών ενοτήτων:
  - Ανώτερη ομάδα ενοτήτων
  - Κατώτερη ομάδα ενοτήτων

5



6



7

## ΑΝΩΤΕΡΗ ΟΜΑΔΑ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

- Περιορισμένη εξάπλωση (Πάρος, Νάξος, Μύκονος, Σάμος).
- Αποτελείται από υπολείμματα ενός οφιολιθικού καλύμματος επικλυσιογενώς καλυπτόμενου από Κρητιδικούς ασβεστολίθους και Ολιγοκαινικά-Μειοκαινικά μολασσικά ιζήματα.
- Στη βάση του οφιολιθικού καλύμματος συναντώνται συχνά με τη μορφή οφιολιθικού μίγματος, Περμο-Τριαδικά ιζήματα, πρσινοσχιστόλιθοι άγνωστης ηλικίας και Ανωκρητιδικοί μεταμορφίτες μέτριας P/HT με διεισδύσεις γρανιτοειδών (~70 Ma)

8

## ΚΑΤΩΤΕΡΗ ΟΜΑΔΑ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

- Πολύ μεγαλύτερη εξάπλωση
- Περιέχουν μερικές από τις πλέον χαρακτηριστικές εμφανίσεις εκλογιτών και γλαυκοφανιτών
- Υπολείμματα του Προ-Αλπικού υποβάθρου αναγνωρίστηκαν σε Ίο, Σίκινο και Νάξο.

9

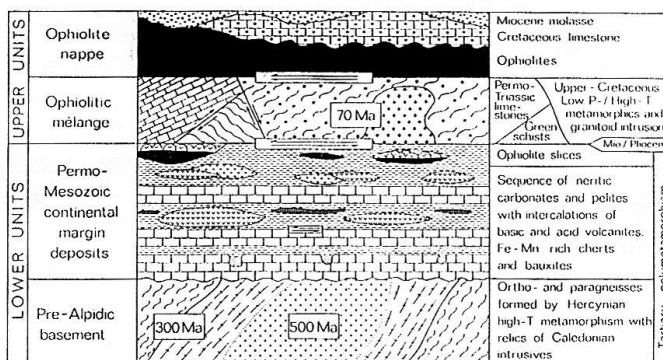


Fig. 2. Schematic presentation of tectonic units in the Attic-Cycladic crystalline complex. The lower group of units has been affected by Eocene high-pressure metamorphism and by Oligo-/Miocene Barrovian-type overprint ranging from greenschist to upper amphibolite facies.

10

### ΚΑΤΩΤΕΡΗ ΟΜΑΔΑ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

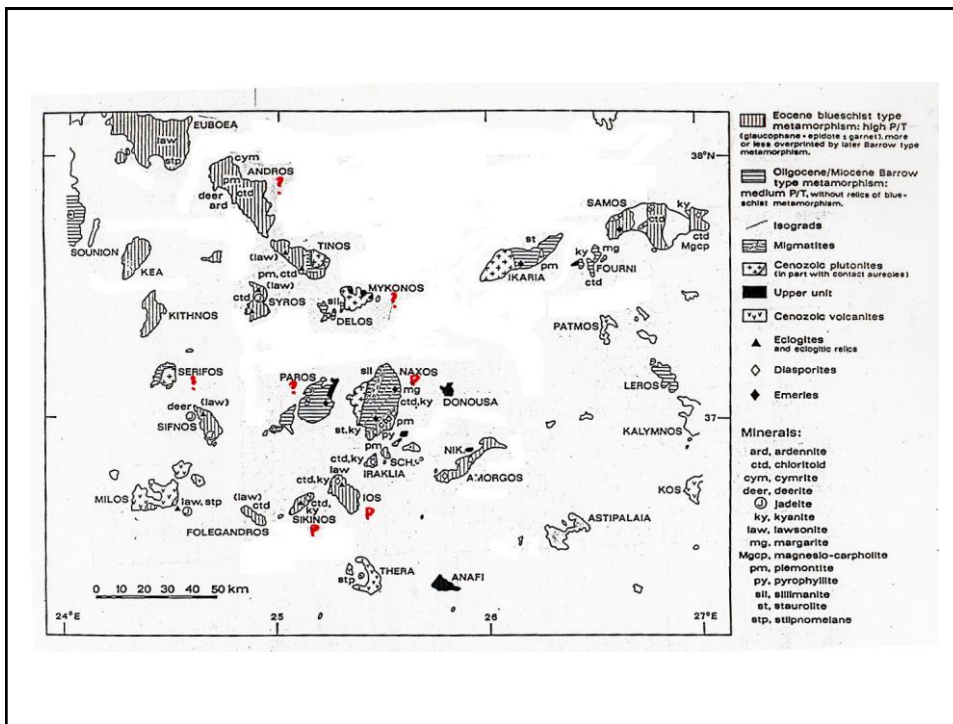
- Η ύπαρξη γλαυκοφανιτικών πετρωμάτων ήταν ήδη γνωστή από τα τέλη του προ-περασμένου αιώνα.
  - Ο γλαυκοφανής βρέθηκε και αναγνωρίστηκε ως νέο ορυκτό για πρώτη φορά στη **Σύρο** από τον **Hausman το 1845!**
  - Ο Κτενάς περιέγραψε λίγο αργότερα για πρώτη φορά την συνύπαρξη **ιαδεΐτη** και **κυανοσχιστόλιθων** και την παραγένεση **γλαυκοφανής+χλωριτοειδές**.
- Η γεωτεκτονική και πετρογενετική τους σημασία εκτιμήθηκε μόνο την τελευταία 30ετία.

11

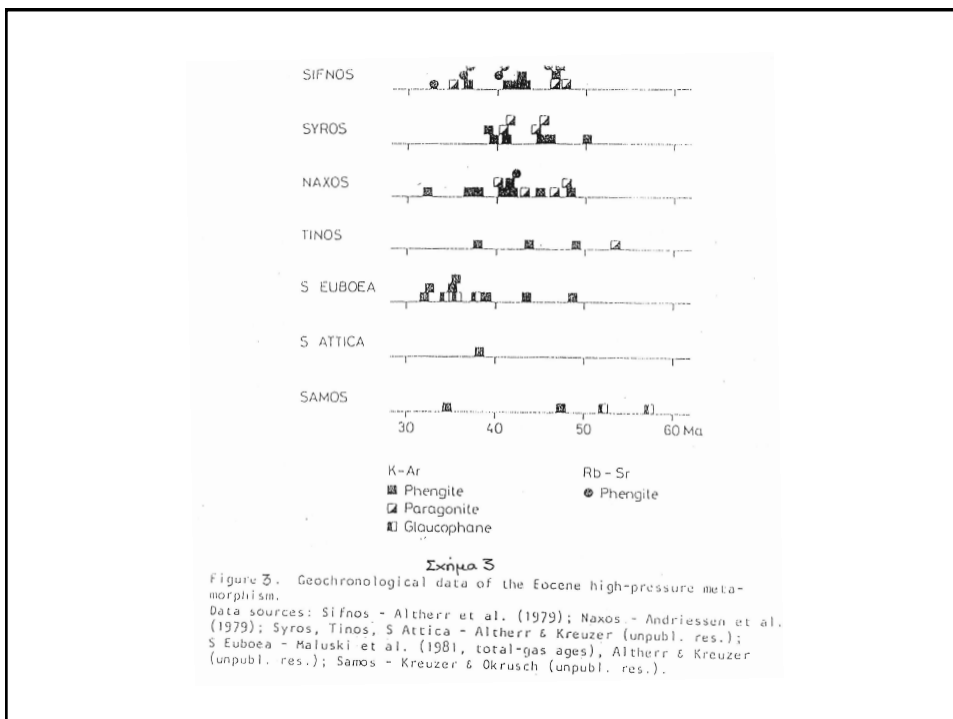
### ΚΑΤΩΤΕΡΗ ΟΜΑΔΑ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

- Ακολουθία καλυμμάτων προαλπικού υποβάθρου, Μεσοζωϊκών νηριτικών ανθρακικών, ψαμμιτικών και πηλιτικών μεταϊζημάτων, βασικών και όξινων μεταφαιστειτών και μεταοφιολίθων.
- Οφθαλμογενεύσιοι, μεταμορφωμένοι γρανίτες και σχιστόλιθοι σχετικά υψηλού βαθμού μεταμόρφωσης (Ίος, Σίκινος, Νάξος, και πιθανόν Πάρος, Μύκονος, Σέριφος, Άνδρος): θεωρούνται ως υπολείμματα Προαλπικού υποβάθρου, που υπέστησαν Ερκύνεια μετριών πιέσεων μεταμόρφωση, ή πριν τα μεταμορφικά γεγονότα του Τριτογενούς.

12

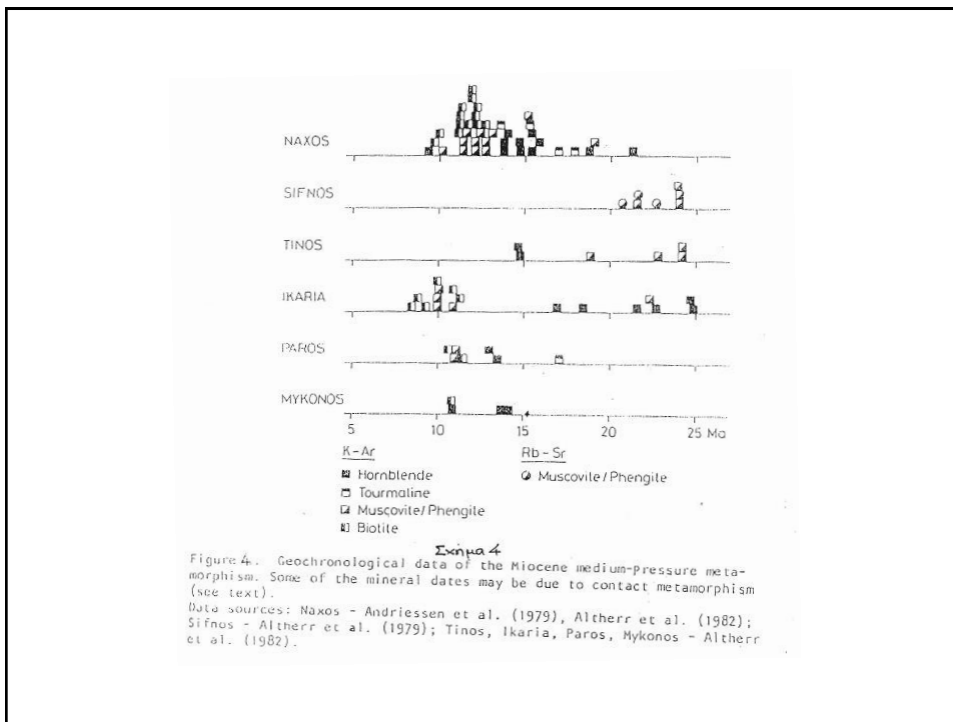


13



Σχήμα 3  
 Figure 3. Geochronological data of the Eocene high-pressure metamorphism.  
 Data sources: Sifnos - Altherr et al. (1979); Naxos - Andriessen et al. (1979); Syros, Tinos, S Attica - Altherr & Kreuzer (unpubl. res.); S Euboea - Maluski et al. (1981, total-gas ages), Altherr & Kreuzer (unpubl. res.); Samos - Kreuzer & Okrusch (unpubl. res.).

14



15

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**  
 Table I. Distribution of the metamorphic and magmatic phases on the Cycladic islands, mentioned in figure 1.

Island	Phase	Type	Pressure in kD	Temperature in °C	Age in Ma	References (see below)
Andros	M1	glauc	HP	LT		21,25,37
	M2	green	HP	HT		
	M3	low gr.	LP	LT		
Ankiparos	M2	low gr.	LP	LT		2,26,37
	V	volcan.	LP	HT	Eocene	
Ios	M0	Basement	HP	HP-HT	Pre-Alpine	3,11,16,17,18,20,37
	M1	glauc	9-11	350-400	43	
	M2	green	5-7	300-420	25	
	M3	low gr.	LP	LT		
Iraklia	M1	glauc	HP=HP	LT		29,37
	M2	green	HP	LT		
Kea	M1	glauc	HP=HP	LT		6,30,37
	M2	green	HP	LT		
Kythnos	M1	glauc	HP=HP	LT		30,33,37
	M2	green	HP	LT		
Milos	M1	eclog	15	HP-LT	33-64	9,15,37
	M2	green	HP	HT		
	V	volcan.	LP	HT	1-2.5	
Mykonos	M1	glauc	HP	LT		8,23,37,39
	M3	contact	HP-LP	HT	10	
	M3	low gr.	LP	LT		
Naxos	M0	Basement	HP	HP-HT	Pre-Alpine	3,12,13,14,20,37
	M1	glauc	8	400-500	45	
	M2	green=anf.	5-7	300-700	25	
	M3	contact	2	max.600	11	
	M3	low gr.	LP	LT		
Paros	M2	green=anf.	HP	300-600		26,37
	M3	contact	LP	HT		
Pholegandros	M1	glauc	HP=HP	LT		30,37
	M2	green	HP	LT		
Serifos	M1	glauc	HP=HP	LT		8,21,37,39,37
	M2	green	HP	LT		
	M3	contact	5-1	max.600	9,8	

16



Island	Age	Facies	MP	MT-MT	Pre-Alpine	References
Sikinos	M0	Basement	MP	MT-MT		10, 18, 29, 30, 37
	M1	glauc	HP-MP	LT		
	M2	green	MP	LT		
Siphnos	M1	eclog	15	450	41-48	1, 5, 24, 37
	M2	green	MP	LT	21-24	
Skinoussa	M1	glauc	HP	LT		8, 23, 37
	M2	green	MP	LT		
Syros	M1	eclog	14	450	40-80	4, 7, 35, 37
	M2	green	MP	LT	mixed 35	
Thira	M1	glauc	HP	LT		23, 34, 37
	MT	low gr.	LP	LT		
	V	volcan.	LP	HT	Recent	
Tinos	M1	glauc	HP	LT	mixed 33	8, 19, 35
	M2	green-amf.	MP	MT-HT	27	
	M3	contact	LP	HT	13-15	
Tiouira	M1	eclog	HP	LT		30, 31, 36
	M2	green	LP	LT		

eclog: eclogite facies; glauc: glaucophaneschist facies; green: greenschist facies; green-amf.: greenschist facies metamorphism ranging into amphibolite facies; contact: contact metamorphism along granites and granodiorites; volcan.: volcanism; low gr.: lower part of the greenschist facies; Basement: high grade Pre-Alpine Basement (see text); M1: low grade metamorphism occurring in high tectonic units of which the metamorphic age is unknown; HP, MP, LP and HT, MT, LT are used for high, medium and low pressure, respectively temperature; mixed: mixed dates between M1 and M2 ages.

17

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Table II. Tentative diagram of the mineral evolution of the SE Cyclades.

MINERALS	PRE-ALPINE		ALPINE METAMORPHISM	
	para	ortho	M1 phase	M2 phase
K-feldspar		orthoclase		microcline
plagioclase				albite
glaucophane				
crossite/riebeckite				
barroisite				
actinolite				pale-green
brown hornblende				
jadeite*				
omphacite				
chloromelanite				
segerine-augite				
diopside				
garnet		reddish-brown		green-brown
biotite				
muscovite				
phengite				
margarite				
allanite				
epidote				
zoisite				
lawsonite (sp.)				
pumpellyite				
kyanite		sil.		
chloricoid			green	pale-green
chlorite				
actinolmelane				
rutile				
spinel				
aragonite (pa.)				

18



- Οι **εκλογίτες** που εμφανίζονται στις περιοχές της Αττικο-κυκλαδικής μάζας χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία των ορυκτολογικών των συστάσεων.
- Πολύ συχνά **γρανάτης** και **ομφακίτης** συνυπάρχουν σε ιστολογική ισορροπία με αξιοσημείωτα ποσοστά ένυδρων ορυκτών όπως αμφίβολοι (γλαυκοφανής, ακτινόλιθος), λευκοί μαρμαρυγίες (φενγκίτης, παραγωνίτης) και επίδοτο η ζωισίτης.
- Σε πολλές περιπτώσεις, όπως στην Σίφνο και την Σύρο, εμφανίζονται λεπτές επάλληλες διαστρώσεις των αποκαλούμενων ξηρών παραγενέσεων (γρανάτης+ομφακίτης) με γλαυκοφανιτικούς σχιστόλιθους που περιέχουν άφθονες ένυδρες φάσεις.

21



22

### Συνύπαρξη Εκλογιτών - Γλαυκοφανιτών

- Υπάρχει κάποια ελεύθερη ρευστή φάση κατά τη μεταμόρφωση υψηλών πιέσεων;
- Ποια είναι η σύσταση της;
- Ο, περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν ότι εκλογίτες και γλαυκοφανίτες που παρουσιάζονται σε σύμφωνες έναλλαγές στρωμάτων στις Κυκλάδες είναι ισοφασικοί
- Θα πρέπει επομένως να υπάρχει τοπική ετερογένεια ρευστών φάσεων ή ετερογένεια χημικών συστάσεων των πετρωμάτων.

23

### Συνύπαρξη Εκλογιτών - Γλαυκοφανιτών

- Μέχρι πριν από λίγα χρόνια επικρατούσε η άποψη ότι οι εκλογίτες δεν μπορούν να είναι σταθεροί σε P-T συνθήκες που επικρατούν στο φλοιό εφόσον υπάρχει  $H_2O$  στο σύστημα- ενώ οι γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι απαιτούν υψηλή  $P_{H_2O}$ .
- Με τα σημερινά στοιχεία φαίνεται ότι μπορούν να σχηματισθούν εκλογίτες και σε ένυδρο περιβάλλον εφόσον οι θερμοκρασίες υπερβαίνουν τους 500-550°C.
- Σε χαμηλότερες όμως θερμοκρασίες οι εκλογίτες είναι σταθεροί μόνο σε χαμηλές  $P_{H_2O}$ .

24

### Συνύπαρξη Εκλογιτών - Γλαυκοφανιτών

- Ο ισοφασικός χαρακτήρας των εκλογιτικών και γλαυκοφανιτικών παραγενέσεων που συνυπάρχουν δεν έρχεται σε αντίφαση με παρατηρήσεις που έχουν γίνει π.χ. σε ορισμένα πετρώματα της Σύρου τα οποία διατηρούν ιστολογικά χαρακτηριστικά που υποδηλώνουν προοδευτικές αντιδράσεις από την γλαυκοφανιτική στην εκλογιτική φάση (Ridley, 1984)
- ούτε με παρατηρήσεις που πιστοποιούν ανάδρομη μεταμόρφωση από την εκλογιτική στην γλαυκοφανιτική φάση (π.χ. στην Ίο και την Τήνο. Okrusch and Brocker, 1990).

25

### Συνύπαρξη Εκλογιτών - Γλαυκοφανιτών

- Με την εξαίρεση σχετικά εκτεταμένων περιοχών των νήσων Σύρου και Σίφνου στις οποίες εμφανίζονται εκλογίτες και γλαυκοφανιτικοί σχιστόλιθοι, στις περισσότερες περιοχές των Κυκλάδων οι παραγενέσεις του HP/LT γεγονότος έχουν καταστραφεί λόγω της επίδρασης ενός νεότερου μεταμορφικού επεισοδίου τύπου μετρίων πιέσεων, πριν από 20-25 my.
- Υπολείμματα πάντως του αρχικού επεισοδίου παρά την εκτεταμένη εξάπλωση μεταμορφικών παραγενέσεων πρασινοςχιστολιθικής συνήθως φάσης (τύπου Barrow), αναγνωρίζονται σε πολλά νησιά.
- Υπάρχουν όμως και νησιά (π.χ. Πάρος, Ικαρία) στα οποία δεν έχουν απομείνει στοιχεία από το αρχικό μεταμορφικό γεγονός.

26

### Συνύπαρξη Πρασινοσχιστόλιθων - Γλαυκοφανιτών

- Η σε στενό χώρο συνύπαρξη πετρωμάτων της γλαυκοφανιτικής και πρασινοσχιστολιθικής φάσης έχει περιγραφεί από πολλές περιοχές που μεταμορφώθηκαν αρχικά σε υψηλές πιέσεις και εν συνεχεία υπέστησαν ανάδρομη μεταμόρφωση σε χαμηλές ή μέτριες πιέσεις.
- Η διατήρηση των αρχικών παραγενέσεων υψηλής P αποδίδεται στην γρήγορη ανύψωση των πετρωμάτων και την μικρή κινητικότητα των αντιστοιχών αντιδράσεων.
- Η ατελής επαναϊσορρόπηση, πολλές φορές σε κλίμακα μερικών χιλιοστών, συνδέεται συχνά με διαφορές των χημικών συστάσεων των πετρωμάτων (π.χ. Maruyama et al. 1986, Holand 1986, Evans 1990).

27

### Συνύπαρξη Πρασινοσχιστόλιθων - Γλαυκοφανιτών

- Υψηλότερες περιεκτικότητες των πετρωμάτων σε  $\text{Na}_2\text{O}$ , ολικό Fe και οξειδωτικές συνθήκες θεωρείται ότι ευνοούν την σταθερότητα των Na- ούχων αμφιβόλων, ενώ χαμηλότερες περιεκτικότητες στα πιο πάνω συστατικά πιστεύεται ότι ευνοούν την ανάπτυξη Ca- ούχων αμφιβόλων.
- Πρόσφατες έρευνες από τον Evans (1990) δείχνουν ότι γλαυκοφανίτες και πρασινοσχιστόλιθοι μπορούν να συνυπάρχουν για διάστημα πιέσεων τουλάχιστον 3kbar, σε  $T=400^\circ\text{C}$ , αν υπάρχουν οι κατάλληλες χημικές διαφορές.

28

### Συνύπαρξη Πρασινοσχιστόλιθων - Γλαυκοφανιτών

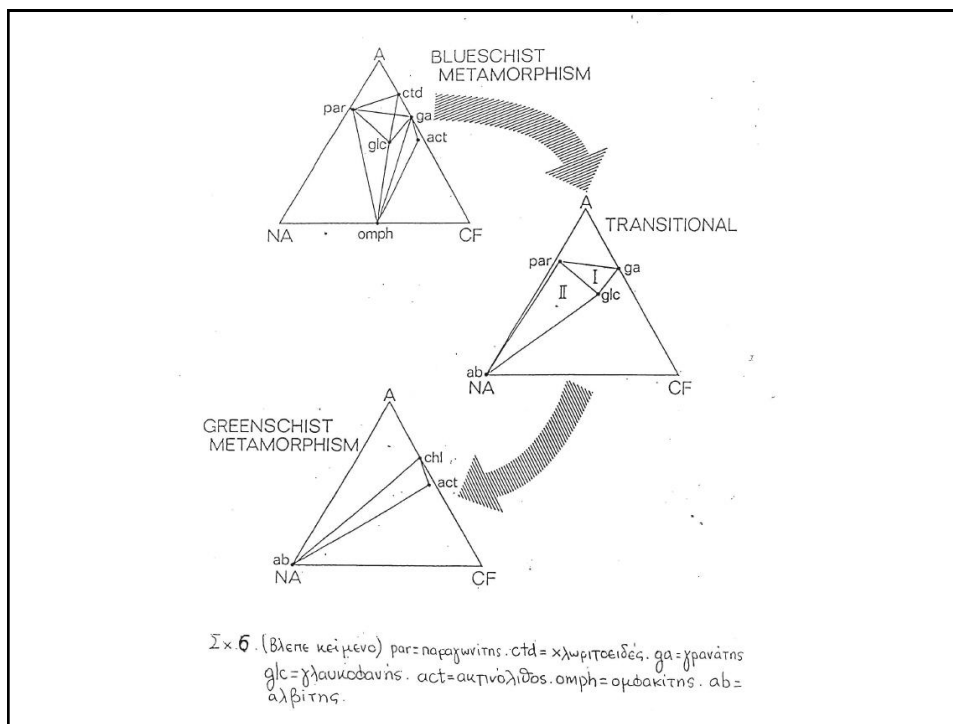
- Άλλοι ερευνητές (π.χ. Matthews and Schistedt 1984, Chent et al. 1987, Schliestedt and matthews 1987, BrocXer, 1990) πιστεύουν ότι οι ανάδρομες διεργασίες από γλαυκοφανιτικές προς πρασινοσχιστολιθικές παραγενέσεις δεν εξαρτώνται από τις διαφορές των χημικών συστάσεων αλλά από την διαθεσιμότητα της συνμεταμορφικής ρευστής φάσης.
- Όγκοι πετρωμάτων που είναι αδιαπέρατοι από τη ρευστή φάση δεν παρουσιάζουν φαινόμενα αναδρομής μεταμόρφωσης, ενώ πετρώματα στα οποία γίνεται εύκολα διήθηση της ρευστής φάσης, μετατρέπονται σε πρασινοσχιστόλιθους.

29

### Η πορεία της μεταμόρφωσης

- Οι σχέσεις μεταξύ των μεταβασικών ορυκτολογικών παραγενέσεων των διαφόρων φάσεων δίνονται στην προβολή NA-A- CFM από τα επίδοτο, χαλαζία και H<sub>2</sub>O του τετραέδρου NA-A-C-F [**NA**=Na(Al,Fe<sup>3</sup>), **A**=(Al,Fe<sup>3\*</sup>), **C**=Ca, **F**=Fe<sup>2+</sup>+Mg]. (Σχ. 6).
- Το επάνω διάγραμμα απεικονίζει τις σχέσεις των ορυκτών στις υψηλότερες συνθήκες της γλαυκοφανιτικής φάσης.
- Το μεσαίο διάγραμμα δείχνει τις σχέσεις στα μεταβατικά στάδια κατά τη διάρκεια της πορείας των πετρωμάτων προς την επιφάνεια (Τρίγωνο I= μετά την κορύφωση των συνθηκών μεταμόρφωσης. Τρίγωνο II= ανάδρομη μεταμόρφωση) και το τελευταίο, το στάδιο της πρασινοσχιστολιθικής φάσης.

30



31

- Η σειρά αυτή των διαγραμμάτων προτάθηκε για την εξέλιξη των παραγενέσεων στην Τήνο (Brocker 1988, 1990), όμως αντίστοιχη είναι η πορεία που ακολουθήθηκε και σε άλλες περιοχές των Κυκλάδων.
- Παραγενέσεις της πρασινοσχιστολιθικής φάσης με ακτινολιθικές αμφιβόλους, αλβίτη, χλωρίτη και επίδοτο στα μεταβασικά ή μοσχοβίτη, χαλαζία και χλωρίτη στα μεταπηλιπικά πετρώματα έχουν μεγάλη εξάπλωση στα διάφορα νησιά.
- Το Ολιγο-Μειοκαινικό αυτό επεισόδιο είχε καθολικό προοδευτικό χαρακτήρα και έγινε σε διάφορες περιοχές σε συνθήκες 4-7 kbar και σε T από 350-450 °C.

32

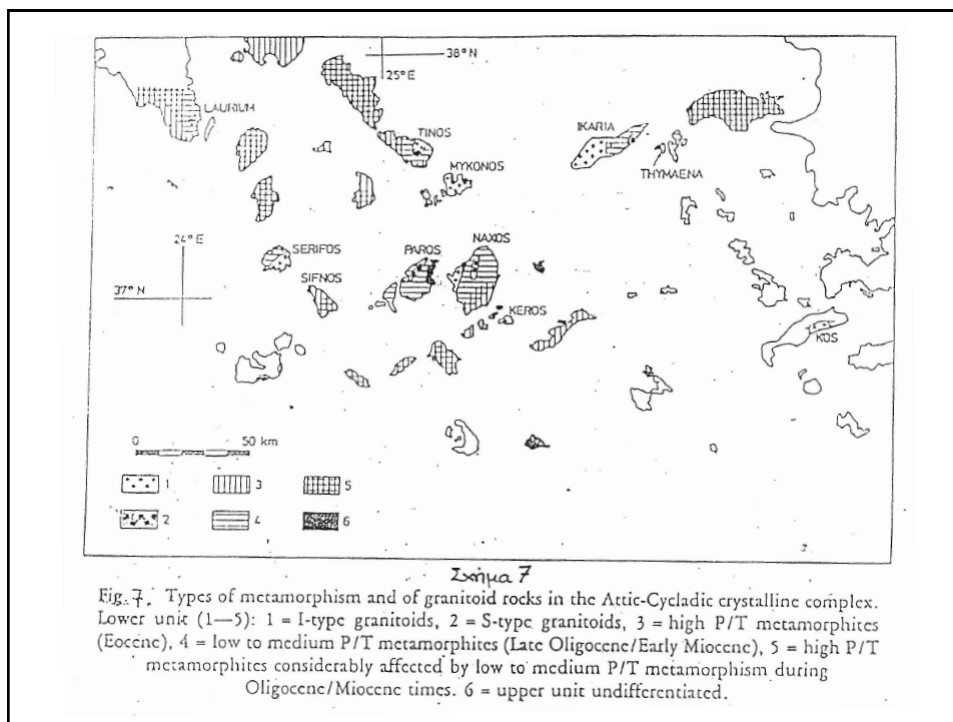


- Οι υψηλές ισόβαθμοι αναπτύσσονται κυρίως στην Νάξο και την Πάρο όπου εμφανίζονται και ανατηκτικά φαινόμενα, ενώ στην Ικαρία παρα γενέσεις των μεταπηλιπικών πετρωμάτων-σταυρόλιθος+ βιοτίτης + μοσχοβίτης + χαλαζίας+πλαγιόκλαστο±(κυανίτης, γρανάτης) - και των μεταβασικών (πλαγιόκλαστο-επίδοτο-κεροσίλβη) χαρακτηρίζουν συνθήκες αμφιβολιτικής φάσης.
- Μετά την ανάπτυξη της μεταμόρφωσης μέτριων πιέσεων σε μερικές περιοχές των Κυκλάδων παρατηρείται διείσδυση I και S γρανιτοειδών που τοπικά προκάλεσαν φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής.

33

- Οι I-τύπου πλουτωνίτες παρουσιάζουν συστηματική διαφοροποίηση στη σύστασή τους με την περιοχή.
- Στις δυτικές περιοχές (Λαύριο/Αττική, Σέριφος) εμφανίζονται γρανοδιορίτες, στο κέντρο της μάζας (Τήνος, Μύκονος, Δήλος, Νάξος, Ικαρία) γρανίτες και λευκογρανίτες και στα Β-Ανατολικά (Σάμος, Κως, Μποντρούμ/Τουρκία).
- Η διαφοροποίηση αυτή εκφράζεται με σταδιακή αύξηση σε  $K_2O$  σε σταθερή περιεκτικότητα σε  $SiO_2$ .
- Διεισδύσεις S-τύπου εμφανίζονται στην Τήνο, Πάρο, Νάξο, Ικαρία και Σάμο και περιορίζονται στο Β-Ανατολικό κυρίως τμήμα της μάζας (Σχ . 7).

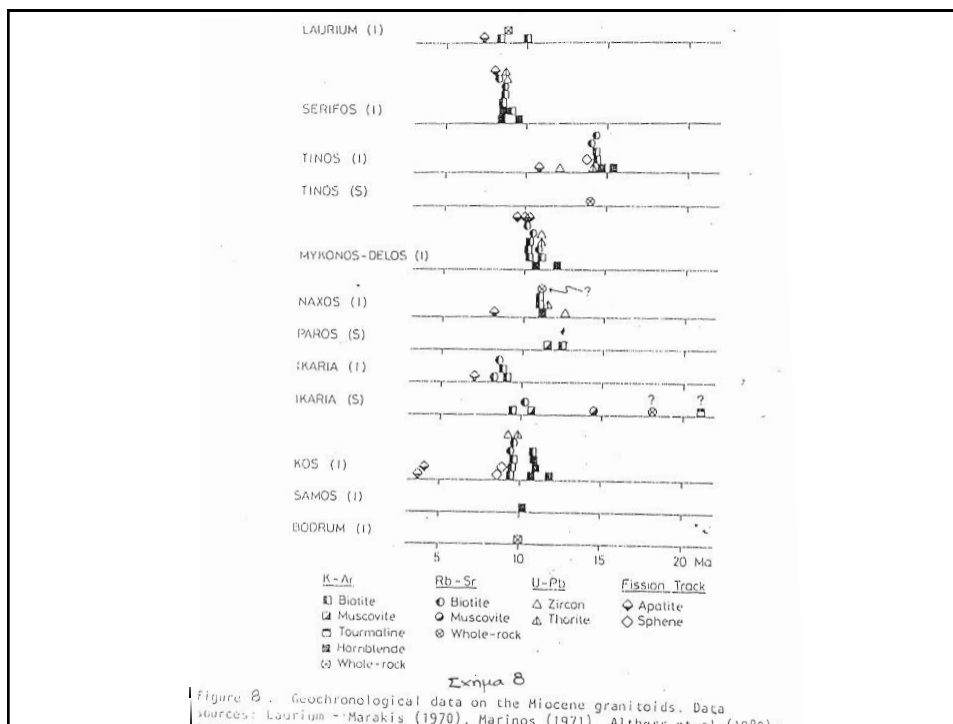
34



35

- Οι ακριβείς ηλικίες των διεισδύσεων δεν είναι γνωστές.
- Από το Σχ. 8 φαίνεται ότι το διάστημα εντός του οποίου έγιναν, εκτείνεται από 20My έως 5My.
- Κατά τους Altherr et al. (1982) η μεταμόρφωση τύπου Barrow και η σχετική Μειοκαινική μαγματική δραστηριότητα αποδίδονται στην προς ΒΑ κατάδυση της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από την Απούλια μικροπλάκα κατά το ανώτερο Τριτογενές.
- Τα υψηλής πίεσης πετρώματα της Μειοκαινικής διπλής μεταμορφικής λωρίδας συναντώνται ως καλύμματα σε περιοχές της Κρήτης και της Πελοποννήσου.

36



37

- Σε σύντομο διάστημα μετά την δημιουργία των γλαυκοφανιτικών και εκλογιτικών πετρωμάτων κατά το Ηώκαινο θα πρέπει να σταμάτησε η σύγκλιση των λιθοσφαιρικών πλακών, αφήνοντας έτσι τα πετρώματα που είχαν βυθιστεί σε βάθος 50 περίπου Km να αρχίσουν την γρήγορη ανοδό τους.
- Η έναρξη της μαγματικής δραστηριότητας στο ώριμο περιθώριο είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη της πρασινοσχιστολιθικής ανακρυστάλλωσης που παρατηρείται σήμερα στις Κυκλάδες.
- Είναι εύλογο να υποθέσουμε ότι η αυξημένη πλευστότητα που δημιουργήθηκε από την διάχυση των ρευστών συνέβαλε στην συνεχή ανύψωση των μεταμορφικών ενοτήτων.

38

- Οι τεκτονικές διεργασίες με τις οποίες τα πετρώματα έφτασαν στην επιφάνεια είναι σήμερα ανοικτές προς συζήτηση και έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα.
- Κανονικά ρήγματα με μικρή κλίση θεωρείται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποκάλυψη αυτών των πετρωμάτων. (π.χ. Lister et al. 1984; Avigad and Garfunkel, 1991).
- Τέλος, πάνω από την σημερινή ζώνη Benioff, που οφείλεται στην κατάδυση της Αφρικανικής Πλάκας κάτω από την λιθοσφαιρική πλάκα του Αιγαίου άρχισε η ασβεστοαλκαλική ηφαιστειακή δράση από το Α. Πλειόκαινο, σχηματίζοντας το ηφαιστειακό τόξο Αίγινας, Μεθάνων, Μήλου; Σαντορίνης, Κώ και Νισύρου.

39

## Κύριοι πετρολογικοί τύποι και παραγενέσεις στην Βόρεια Σύρο

40

### Τι είδους μεταμορφωμένα πετρώματα έχουμε στη Σύρο

- Κυριαρχείται από πετρώματα της **γλαυκοφανιτικής** και **εκλογιτικής** φάσης
- Είναι παγκοσμίως γνωστή για τα εκπληκτικά υψηλής πίεσης/χαμηλής θερμοκρασίας πετρώματα της που περιέχουν διάφορα χαρακτηριστικά ορυκτά όπως ο **γλαυκοφανής**, ο **ιαδεΐτης**, ο **λωζονίτης** και ο **αραγωνίτης**

41

### Τι είδους μεταμορφωμένα πετρώματα έχουμε στη Σύρο

- Εκτός από τα διαγνωστικά ορυκτά συχνά απαντούν και άλλα όπως ο **γρανάτης**, ο **πουμελλυΐτης**, το **επίδοτο** και σε ορισμένα **λευκοί μαρμαρυγίες**
- Το **Κίνι** είναι η **“type locality”** του γλαυκοφανούς

42

**Ποιοι ήταν οι πρωτόλιθοι των  
γλαυκοφανιτικών σχιστολίθων, των εκλογιτών  
και των μετα-ιζημάτων της Σύρου;**

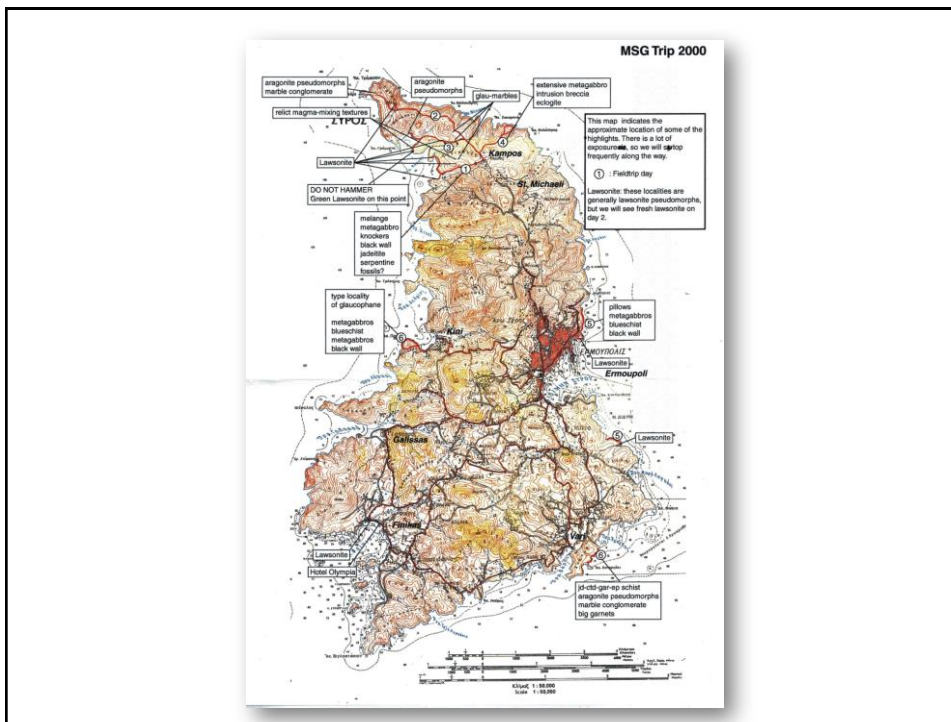
- Ήταν **βασικά ηφαιστειακά και πλουτώνια** πετρώματα Κρητιδικής ηλικίας και εναλλασσόμενα **στρώματα πελαγικών ανθρακικών ιζημάτων και γραουβακών** που αποτελούσαν τα ανώτερα μέλη του καταδυόμενου φλοιού του ωκεανού της Πίνδου (?) προς το μανδύα

43

**Πότε έγινε η κατάδυση και σε τι συνθήκες P/T  
μεταμορφώθηκαν;**

- Οι γεωχρονολογικές μελέτες των πετρωμάτων της Σύρου συγκλίνουν σε **ηλικία ~52 Ma** για το μεταμορφικό γεγονός HP/LT και βύθιση όπου επικρατούσαν **πιέσεις ~16kb** και **θερμοκρασίες 500° C**
- Στην **ανάδρομη μεταμόρφωση** των πετρωμάτων στην πρασινοσχιστολιθική φάση αποδίδεται από διάφορες μελέτες ηλικία 25-18 Ma με ψύξη των πετρωμάτων έως και 12-10 Ma.
- Ο βαθμός εκδήλωσης της ανάδρομης μεταμόρφωσης στα πετρώματα της Σύρου αυξάνεται προοδευτικά προς νότο

44



45

### Previous Work

This is probably not a complete list (apologies for oversights). The list is roughly chronological in terms beginning of work at a particular institution of a group. This also list features much as of yet unpublished work and complements the more accessible studies cited in the Bibliography (below). Also see the map of Syros that shows locations of the larger scale mapping projects. One should also note that the extensive work that has been done on the nearby islands of Tinos and Siphnos, both of which have much in common geological history with Syros, is not covered here.

#### Cambridge University

**John Dixon** mapped the northern bit from the Syringas massif to Grammatá at various scales. Dixon (1968) The metamorphic rocks of Syros, Greece. PhD. thesis, Univ. of Cambridge.

#### University of Edinburgh

**John Dixon** supervised the following students at Edinburgh.

**John Ridley** (1982) mapped the whole island and produced only some minor modification to the northern bit, principally getting the eastern edge where the melange comes in stratigraphically as isolated blocks within the marble schist sequence just below the first major tectonic discontinuity, correct, and getting the north coast part covered.

**Clare Bond** has bits of detailed mapping in the far north where there is a spectacular channelised greenschist fluid zone, and around Delphini and to some degree the section N of Kif.

The three theses either just finished or finishing are **Phil Bloor** on the vein control of lawsonite development in the northern greyschists; **Clare Bond** on the interaction of deformation, fluid flow and retrogression, both finished.

**Rachel Robson** on the metasomatic interaction of the am. melange matrix and the included blocks. There is part of **Stephanie Lewis's** thesis on O isotope grain scale equilibria in marbles half Syros half Naxos, nails in the front's coffin. Further back **Hazel Barr** did some nice stuff developing a T-X grid for the carbonate bearing assemblages, mostly in the north.

#### University of Bonn, Germany

The following *Diplom* theses (MS theses) were carried out at the University of Bonn (1989) with **Michael Raith** as the principal advisor.

Norbert Hüpper (1989): Petrology of Metagabbros and Eclogites from Syros, Cyclades, Greece (*Petrologie der Metagabbros und Eklogite von Syros (Kykkladen, Griechenland)*). Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

46

Stephan Pierdzig (1989): Geology and petrography of the southern part of Syros, Cyclades, Greece (*Geologie und Petrographie des Südsteils von Syros (Kykladen, Griechenland)*). Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

#### University of Köln, Germany

Kötz, J. (1989): Zur Geochemie der Metabasite von Syros, Kykladen, Griechenland. Dr. rer. nat. thesis

#### University of Freiburg, Germany

The following *Diplom* theses (MS theses) were carried out at the University of Freiburg (1996-2000) with **John Schumacher** as the principal advisor. With the exception of mineralogic and petrologic studies of Wingender (1999) and Kranz (1999), the main goal of each of the remaining theses was detailed geologic mapping. Nevertheless each student did electron microprobe work on at least a few samples.

**Gunter Keller** (1996): Geology and petrology of high-pressure rocks from the central part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros (Zentral), Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Nathalie Kranz** (1999): Petrologie und Mineralchemie der mangan-eisenreichen Metasedimente von Syros/Kykladen/Griechenland

**Jan Kunz** (1996): Geology and petrology of high-pressure rocks from the eastern part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros (Ost), Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Reiner Schlenker** (1997): Geology and petrology of high-pressure rocks from the western part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros (West), Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Jörg Peters** (1999): Geology and petrology of high-pressure rocks from the northern part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros, Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Jörg Pohl** (1999): Geology and petrology of high-pressure rocks from the northern part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros, Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Jan Schepker** (2000): Geology and petrology of high-pressure rocks from the southeastern part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros (Süd-Ost), Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

47

**Uwe Schmitt** (1999): Geologie und Mineralogie der hoch-metamorphen Gesteinseinheiten bei Campos im Norden von Syros, Griechenland. Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Holger Schmoitz** (2000) Geologie und der hochmetamorphen Gesteinseinheiten im Norden der Kykladeninsel Syros Griechenland. Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Michael Staudt** (2000): Geology and petrology of high-pressure rocks from the south-central part of the island of Syros, Greece (*Geologie und Hochdruckgesteine der Insel Syros (Südzentral), Griechenland*). Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Herr Jörg Wingender** (1998) Petrologie der mafischen Gesteine von Syros. Albert-Ludwigs Universität zu Freiburg i. Br.

**Norbert Höpfer** (Bonn & Freiburg) worked on a one-year post-doctoral project on the structure and its relation to the petrology. See: Höpfer, N. (1991). Reaction-textures of the metagabbros from Syros, Cyclades. *Terra Abstracts* 3(1): 97-98.

Höpfer, N. & J. C. Schumacher (1997) New field work and interpretations of the sedimentary sequence, the position of the ophiolitic rocks and subsequent deformation on Syros, Cyclades, Greece. *Beihfte zur European Journal of Mineralogy* 9, 162.

#### Universities of Tübingen, Darmstadt and Münster, Germany

**Chris Ballhaus** was the principal advisor of **Frank Tomschek**, a Ph.D. student. Presently several *Diplom* student at Münster are engaged in mapping and other studies. Part of their research is described in the following:

Ballhaus, C., Tomschek, F. and Keny, S. (1999) Stratigraphy and age relations on the Island of Syros, Cyclades. *J. Conf. Abs.* 4, 71-72.

Tomschek, F and Ballhaus, C. The Vari Unit on Syros (Aegean Sea) and its relation to the Attic-Cycladic Crystalline Complex. *J. Conf. Abs.* 4, 72.

#### Keck Projects (USA)

This program sponsors senior undergraduate research. The projects on Syros cover a broad range of subjects including whole-rock geochemistry, metamorphic petrology and structural geology. The students were advised on Syros principally by the staff (see below), but many of these students were visited by their advisors and various other faculty members (not listed), who observed the field projects.

#### 1999 Students

Ellie Argyrou, Amherst College  
Erica DiFilippo, Smith College  
Aaron Grandy, Southern Utah University  
Cliffon Kowitz, Colorado College

48



Julia Sable, Amherst College  
 Holly Shiver, Washington & Lee University  
 Philip Skemer, Pomona College  
 Arienne Sperry, Amherst College  
 Robert Tomson, Whitman College  
 Joshua Otis, Amherst College

**2000 Students**

Grace Bianciardi, Mt Holyoke College  
 Jill Richard, Mt Holyoke College  
 Dan Breeker, Amherst College  
 Andrei Sinitin, Amherst College  
 Michelle Aseault, Smith College  
 Beth Valas, Carleton College  
 Sonya Hernandez, Colorado College  
 Debby Prinkeay, College of Wooster  
 Aurelia Walton, Beloit College  
 Lindsey Able, Smith College

**Staff**

**John Cheney**, Amherst College (1999, 2000)  
**John Brady**, Smith College (1999, 2000)  
**Tekla Harms**, Amherst College (1999)  
**Michelle Markley**, Mount Holyoke College (2000)  
**John Schumacher**, Bristol University (UK), (1999, 2000)

**University of Paris, France**

**Fabian Trotet** (Laboratoire de Géologie Ecole Normale Supérieure) is a Ph.D student working on structural geology and metamorphic petrology of rocks from the Cyclades to the Peloponnese. He expects to finish in December 2000. An example of a recent presentation is:

Trotet F., Vidal O., Jolivet L. Exhumation of HP-LT metamorphic rocks in the Aegean sea, Sifnos and Syros islands (Cyclades, Greece). Exhumation of metamorphic terranes, meeting of the Metamorphic Studies Group; Rennes (France), August 31st - September 2nd 1999.

49

The Geological Society of America  
 Special Paper 481  
 2011

***A new geological map of the Island of Syros (Aegean Sea, Greece):  
 Implications for lithostratigraphy and structural history of the  
 Cycladic Blueschist Unit***

**Mark Keiter**

*Institut für Mineralogie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Corrensstrasse 24, 48149 Münster, Germany*

**Chris Ballhaus**

*Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie, Paläontologie, Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloss, 53115 Bonn, Germany*

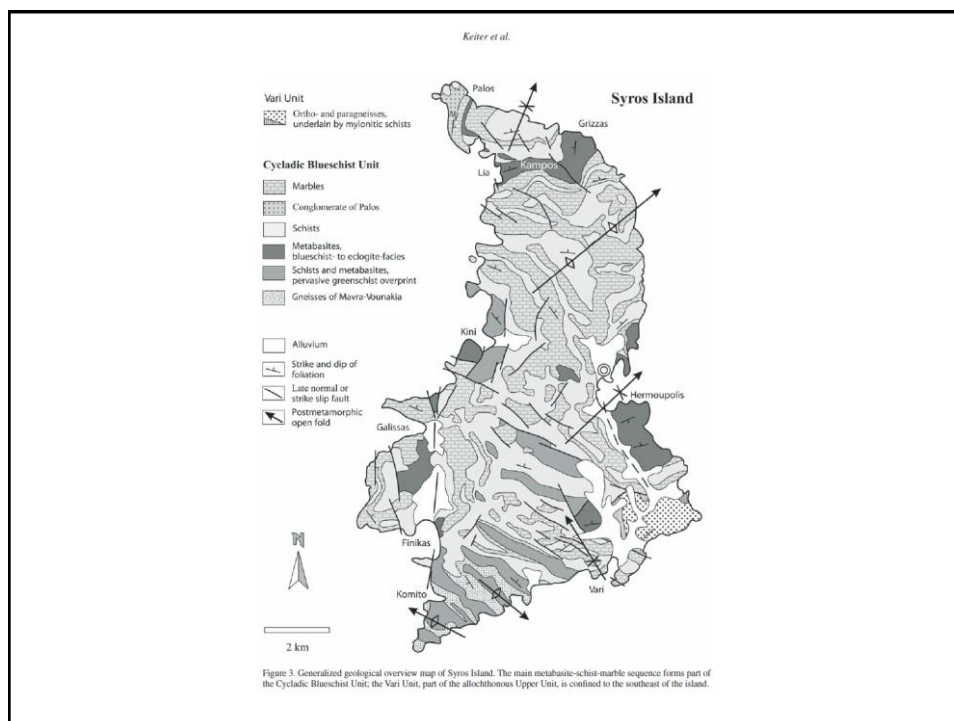
**Frank Tomaschek**

*Institut für Mineralogie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Corrensstrasse 24, 48149, Münster, Germany*

50

The Cycladic archipelago is a key area to study all kinds of orogeny-related processes. The island of Syros, which is located in the heart of the Cycladic blueschist terrane, is one of few localities in Europe where remnants of blueschist- and eclogite-facies metamorphism are exceptionally well preserved. Syros features a wide range of spectacular high-pressure lithologies, including metabasites, meta-acidites, former hydrothermal Mn-Fe-rich ocean-floor precipitations, metagraywackes, and metacarbonates. Parts of the succession can be related to an oceanic crust that was subducted to ~50 km depths during the Eocene and then exhumed. As a result, the sequence recrystallized under blueschist- to eclogite-facies conditions and was deformed by at least two prograde, penetrative deformation events. Except for the south of the island, greenschist overprint over the high-pressure assemblages and structures is minimal. These facts render Syros a prime location for the study of metamorphic, tectonic, and chemical processes in fossil collision zones (e.g., Ridley and Dixon, 1984; Putlitz et al., 2000; Marschall et al. 2007; Schumacher et al., 2008).

51



52

- Στο βόρειο μέρος της νήσου, η ακολουθία μαρμάρων-σχιστόλιθων καλύπτεται από την περίφημη συνύπαρξη διαφόρων πετρολογικών τύπων όπως γλαυκοφανιτών, μεραγάββρων, υπερβασικών, εκλογιτών και ιαδεϊτικών γνευσίων, υπό μορφή μεγάλων τεμαχίων εγκλεισμένων σε σερπεντική μάζα, χλωριτικούς σχιστόλιθους και μετατοφίτες (Dixon, 1969· Bonneau et al . 1980a,b; Hecht, 1984; Dixon and Ridley, 1987).
- Θεωρείται ως μια ιδιαίτερη τεκονική ενότητα που σχηματίζει ένα μεταμορφωμένο ολισθοστρωμα ή οφιολιθικό μίγμα.
- Το μεταβασικό σύμπλεγμα καλύπτεται συμφώνως από μία ακολουθία μεταπηλιτικών σχιστόλιθων, μεταφαιμμιτικών γνευσίων και μαρμάρων, τις ενότητες Παλου, Κάμπου και Σικαμινιάς (Hecht, 1984).

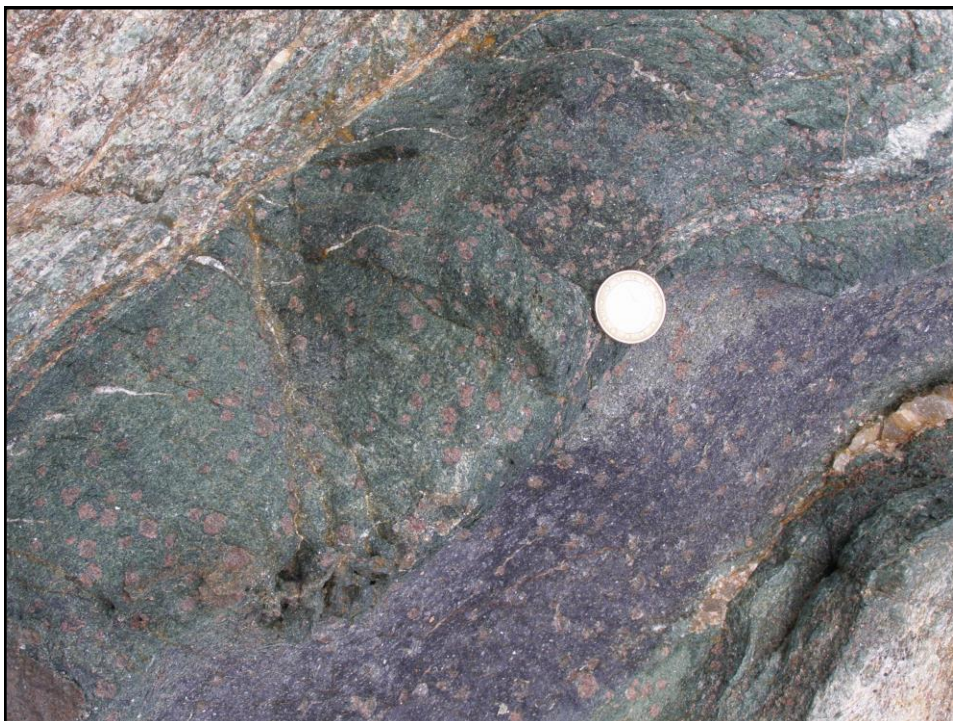
53



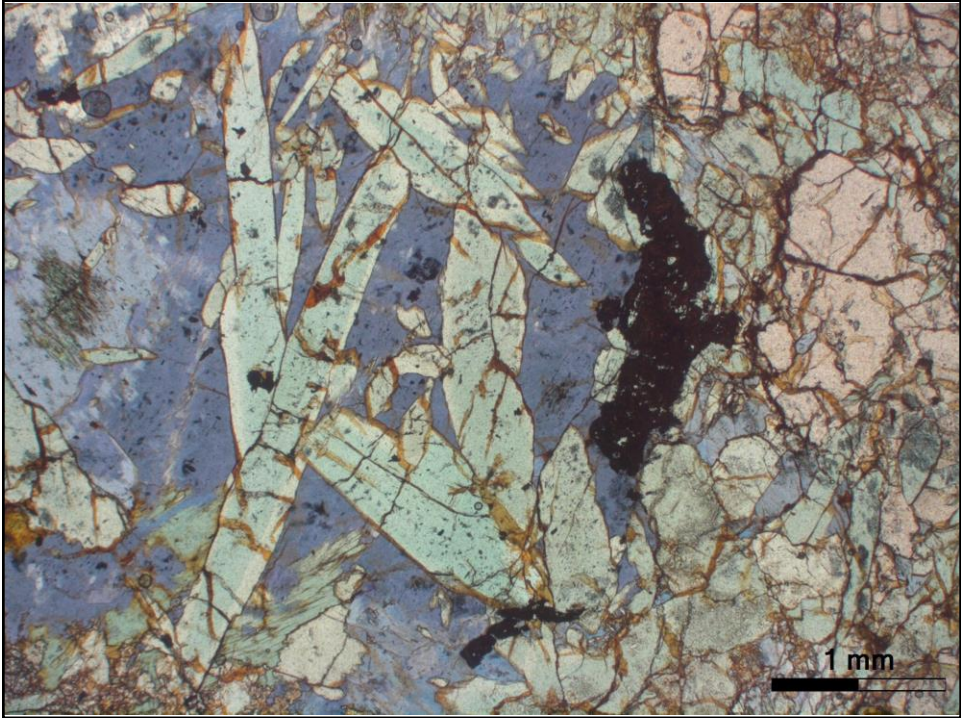
54



55



56



57

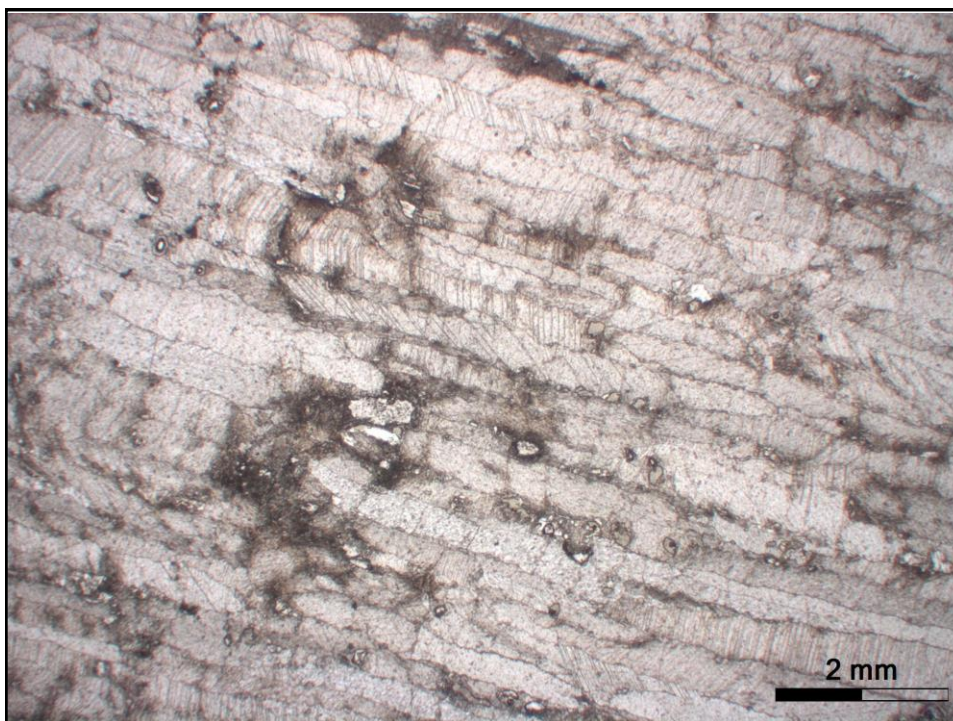


58

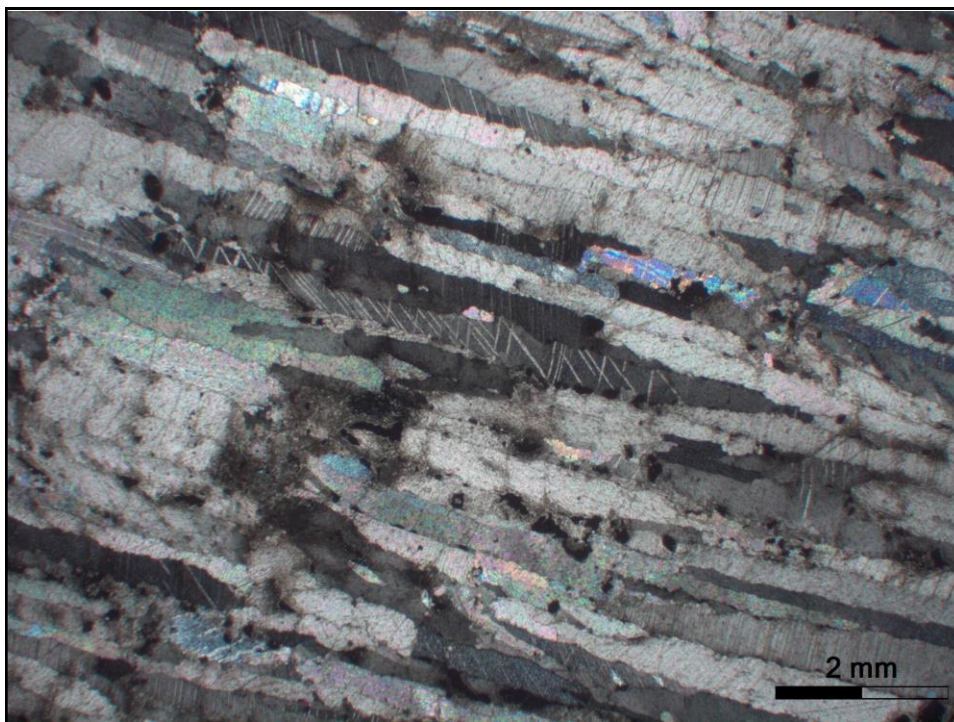
### Μεταϊζήματα

- Καθαρά ασβεσπιτικά μάρμαρα καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της περιοχής.
- Συναντώνται επίσης συχνά μη καθαρά μάρμαρα και ασβεστο-σχιστόλιθοι που περιέχουν ασβεστίτη ή/και δολομίτη και διάφορους συνδυασμούς με χαλαζία, γλαυκοφανή, επίδοτο, λωζονίτη, γρανάτη, χλωρίτη, φενγκίτη και παραγωνίτη.
- Το μεταϊζηματογενές πέτρωμα που επικρατεί στην Βόρειο περιοχή είναι ένας γκρίζος ημι-πηλιτικός σχιστόλιθος (κατά θέσεις και ως ανθρακικός) που αναπτύσσεται μεταξύ των μαρμάρων.
- Περιέχει την παραγένεση χαλαζίας+γλαυκοφαγής+χλωρίτης+γρανάτης+μοσχοβίτης±λωζονίτης (συνήθως εξαλλοιωμένος σε αλβίτη, κλινοζωϊσίτη και λευκό μαρμαρυγία).

59



60



61



62

- Ομφακίτης και χλωρομελανίτης εμφανίζονται σε βασικούς ασβεστοσχιστόλιθους οι οποίοι είναι σχετικά σπάνιοι και περιέχουν λιγότερα ανθρακικά ορυκτά, χαλαζία και χλωρίτη από τους ασβεστοσχιστόλιθους.
- Οι πιο πάνω τύποι συνιστούν το 98% της μεταίζηματογενούς σειράς. Το υπόλοιπο 2% αποτελείται από χαλαζίτες με λίγο γλαυκοφανή, Na-ούχο πυρόξενο και μαρμαρυγία ή με επίδοτο, λωζονίτη και μοσχοβίτη και αργιλούχους χαλαζίτες, με χλωριτοειδές και παραγωνίτη.
- Mn-ούχοι σχιστόλιθοι, που περιέχουν τις παραγενέσεις σπεςσαρτίνης+χαλαζίας, σπεςσαρτινιούχος αλμανδίνης+αιγιρινικός ιαδείτης+κροσσίτης+φενγκίτης +χαλαζίας, απαντώνται ως ενστρώσεις σε μετα-κερατολίθους.

63

### Μεταβασίτες

- Μεταγάββροι και μεταγαββρικοί γνεύσιοι αποτελούν μία μεγάλη ομάδα πετρωμάτων με ιστολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζονται από την αρχική μαγματική υφή διακριτών περιοχών πλαγιοκλάστων και mafic συστατικών.
- Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει εντελώς απαραμόρφωτα πετρώματα με αδρή γαββρική υφή που έχει κληρονομηθεί από διάφορες παραγενέσεις, κυρίως γλαυκοφανούς+ επιδότου που ψευδομορφώνουν mafic και felsic συστατικά αντίστοιχα, και ακτινολίθου±γλαυκοφανούς+ομφακίτη±επίδοτου στις οποίες ο ομφακίτης καταλαμβάνει ιστολογική θέση μεταξύ mafic και felsic συστατικών.

64



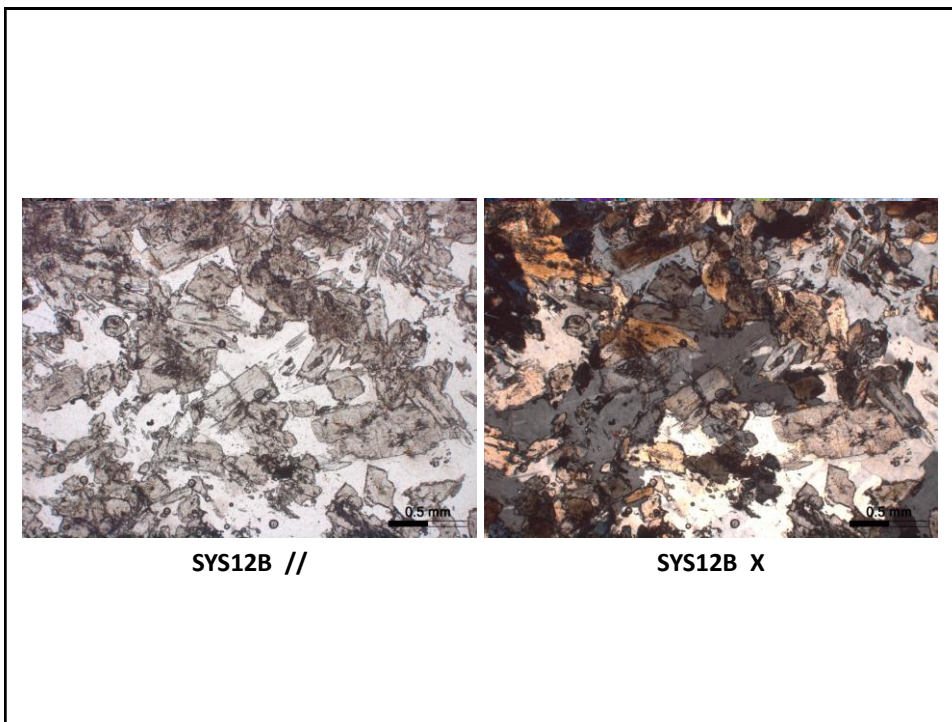
- Ο αρχικός γαββρικός διαχωρισμός των mafic και felsic συστατικών είναι δυνατόν να γίνει αντιληπτός ακόμη και στους ταινιωτούς γλαυκοφαντικούς-επιδοτικούς-γρανιτικούς γνευσίους.
- Μερικοί, σχετικά ομογενείς μεταγάββροι έχουν την παραγένεση γλαυκοφανής±ακτινόλιθος+ομφακίτης+γρανάτης+ζωισίτης+χαλαζίας±παραγωνίτης.
- "Σωσσυριτικοί γάββροι": Η σωσσυριτική παραγένεση ζωισίτης+παραγωνίτης+χαλαζίας αυτού του γάββρου είναι ισοδύναμη της παραγένεσης λωζονίτης+ιαδεΐτης+H<sub>2</sub>O από την οποία προσδιορίζονται P-T συνθήκες της τάξεως των 450°C στα 13kbar.

65

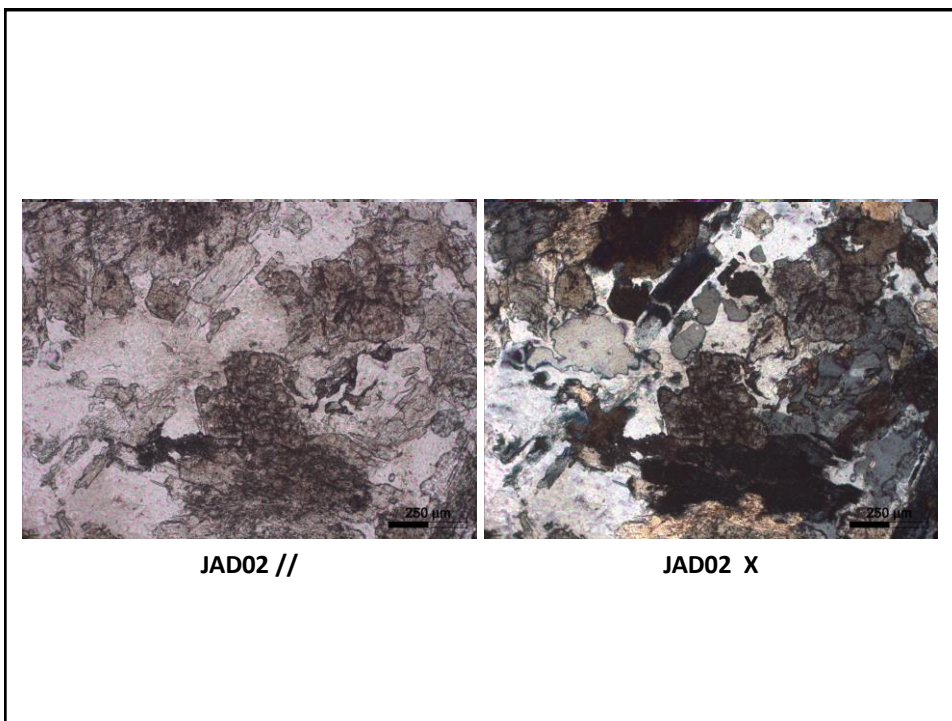
### Μεταόξινα πετρώματα

- Μετα-όξινοι ιαδεΐτικοί γνεύσιοι απαντώνται συχνά στους σχιστολίθους του Κάμπου και χαρακτηρίζονται από τις παραγενέσεις: χαλαζίας+ιαδεΐτης+φενγκίτης+παραγωνίτης+γλαυκοφανής (±επίδοτο, γρανάτης).
- Σε πολλές περιπτώσεις ο ιαδεΐτης και ο χαλαζίας έχουν αντιδράσει προς αλβίτη λόγω της επακόλουθης πτώσης της πίεσης.

66



67



68

### Μετα-λατυποπαγή

- Οι ζώνες των μεταμορφωμένων λατυποπαγών, που μερικώς περιβάλλουν την μεγάλη μεταγαββρική μάζα στις ΒΑ ακτές, είναι κυρίως τριών τύπων.
  - Ο ένας τύπος, είναι απαραμόρφωτος και αποτελείται από μη διαβαθμισμένα γωνιώδη τεμάχια διαφόρων με τα-μαγματικών πετρωμάτων (μέχρι 1,5 m) σε μεταβασική μάζα πλούσια σε γλαυκοφανή.
  - Ο άλλος τύπος έχει μεγαλύτερη ποικιλία τεμαχίων, μαγματικών και ιζηματογενών, σε μία μάζα που αποτελείται από 50% ανκερίτη και ομφακίτη, επίδοτο και Να-ούχο αμφίβολο (±απατίτη, χλωρίτη, χρωμίτη).
  - Όταν τα τεμάχια δεν απέχουν πολύ μεταξύ τους (<30cm) η περιεκτικότητα της εγκλείουσας μάζας σε ομφακίτη γίνεται μεγάλη (50-60%).

69

- Τμήματα του ανκεριτικού λατυποπαγούς είναι απαραμόρφωτα, συνήθως όμως τα λατυποπαγή παρουσιάζουν έντονα φαινόμενα έκτασης, οπότε τα τεμάχια επιμηκύνονται σχηματίζοντας ράβδους μήκους μέχρι 5m και πάχους μέχρι 50cm.
- Πολλά από τα τεμάχια παρουσιάζουν συστασιακή ζώνωση λόγω της αντίδρασης με την περιβάλλουσα μάζα, είτε προ-, είτε κατά την διάρκεια της μεταμόρφωσης.
- Τα πλούσια σε χαλαζία τεμάχια π.χ. έχουν μονο-ορυκτολογικές ομφακιτικές ζώνες στα εξωτερικά τους περιθώρια.

70

- Στενά συνδεδεμένοι με τα μεταμαγματικά πετρώματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι οι σερπεντινίτες.
- Αποτελούν μία μάζα που παρουσιάζει αλλού σύμφωνες και αλλού ασύμφωνες επαφές με την συστασιακή στοιβάδωση των μεταϊζημάτων και των μεταμαγματικών πετρωμάτων.
- Τοπικά ο σερπεντινίτης (αντιγορίτης) έχει υποστεί ανομοιόμορφη blackwall εξαλλοίωση σχηματίζοντας σχιστολίθους πλούσιους σε χλωρίτη, τάλκη, ακτινόλιθο, τρεμολίτη, δολομίτη.

71

- Εντός του σερπεντινίτη συναντώνται διεσπαρμένα μεγάλα τεμάχια μετασσωματωμένων και μεταμορφωμένων μαγματικών πετρωμάτων.
- Τα τεμάχια αυτά (γνωστά ως knockers) έχουν εντυπωσιακά μπλε ή πράσινα περιθώρια που αποτελούνται από γλαυκοφανή ή ακτινόλιθο ή Να-ούχο πυρόξενο.
- Τα μονοορυκτολογικά αυτά περιθώρια αποδίδονται σε μετασωματικές διεργασίες μεταξύ των πετρωμάτων και του υπερβασικού φιλοξενούντος πετρώματος (Dixon and Ridley, 1987).

72

- Παράλληλα με αυτή την διεργασία ο Ridley (1984) περιγράφει και την μετατροπή των γλαυκοφανιτών σε εκλογίτες.
- Τα πλείστα των τεμαχών είναι αποστρογγυλομένα και σπάνια έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 5m, εξαίρεση αποτελούν μερικοί "Μονόλιθοι".
- Ο μεγαλύτερος από αυτούς είναι ένας γλαυκοφανιτικός εκλογίτης, που κατά τη μία του πλευρά είναι συνδεδεμένος με τα γειτονικά πετρώματα, έχει ύψος 20m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και περιέχει χαλαζία.
- Τα πιο κοινά τεμάχη είναι εκλογίτες, χλωριτικοί εκλογίτες, Na-ούχοι πυροξενίτες (διαφόρων τύπων συμπεριλαμβανομένων και ιαδεϊτιτών), μαρμαρυγιακοί πυροξενίτες, γλαυκοφανιτικοί εκλογίτες και αιγιρινο-ιαδεϊτικά χλωριτικά πετρώματα.

73



74



75

- Η πιο εμφανής επίδραση του περιβάλλοντος σερπεντινίτη στην αναπτυχθείσα παραγένεση ήταν η αποπυριτίωση που οφείλεται προφανώς στο χαμηλό χημικό δυναμικό του  $\text{SiO}_2$  ( $\mu\text{SiO}_2$ ) του ρυθμιστικού συστήματος αντιγορίτης-τάλκης.
- Άλλες τάσεις αύξησης και ελάττωσης δημιουργούνται ως συναρτήσεις της αρχικής σύστασης του τεμάχους και οδηγούνται από άλλες αντιδράσεις που σχηματίζουν χλωρίτη, ακτινόλιθο κ.λ.π. στο υπερβασικό περιβάλλον πέτρωμα.
- Δημιουργούνται έτσι πετρώματα που είναι πολύ πλούσια σε Ti, P και Na και πολύ φτωχά σε  $\text{SiO}_2$

76

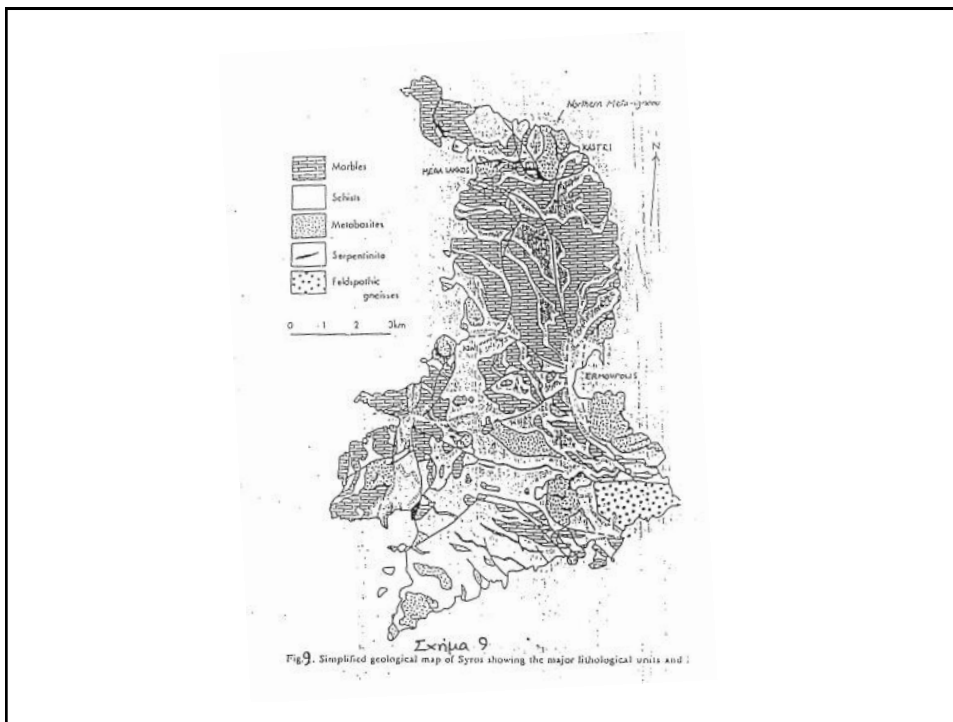
- Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι, στο εξαιρετικά πλούσιο σε τάλκη υπερβασικό στρώμα που βρίσκεται σε μεταίζηματα στην δυτική ακτή, το τέμαχος περιέχει ιαδεΐτη+χαλαζία, ενώ σε άλλες περιοχές εντός του κυρίως σερπεντινικού στρώματος τα φελσικά τεμάχη είναι ιαδεΐτες του δεν περιέχουν χαλαζία, (ή ανάδρομα μεταμορφωμένοι αλβιτωμένοι ιαδεΐτες) .

77

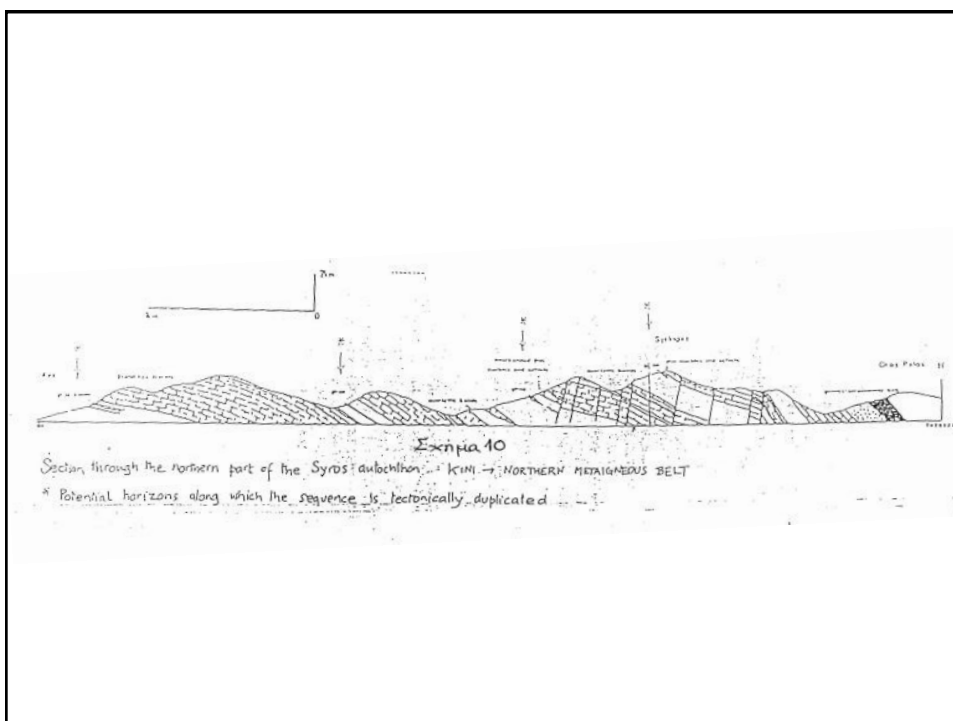
### **Γεωχημεία των μεταβασιτών της Σύρου**

- Τα μεταβασικά πετρώματα της Σύρου (όπως και της Τήνου και Σίφνου) εμφανίζουν χαρακτηριστικά MORB έως IAT.
- Τα ίδια χαρακτηριστικά προκύπτουν από την μελέτη των ιχνοστοιχείων των εκλογιτών.
- Κάποιοι εκλογίτες βεβαίως εμφανίζουν ανωμαλίες στα χαρακτηριστικά τους τα οποία όμως θα πρέπει να αποδοθούν στα μετασωματικά φαινόμενα.

78



79



80