



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ



Η Περμοτριάδική μετακλαστική –  
ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία του  
δυτικού περιθωρίου της Πελαγονικής ζώνης  
στη Δυτική Μακεδονία.  
Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Υποψήφια Διδάκτορας: **Ελένη Κοντάνη**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: **Αργυρώ Ασβεστά**

Μάιος 2024

# Παγκόσμιο γεωτεκτονικό σύστημα



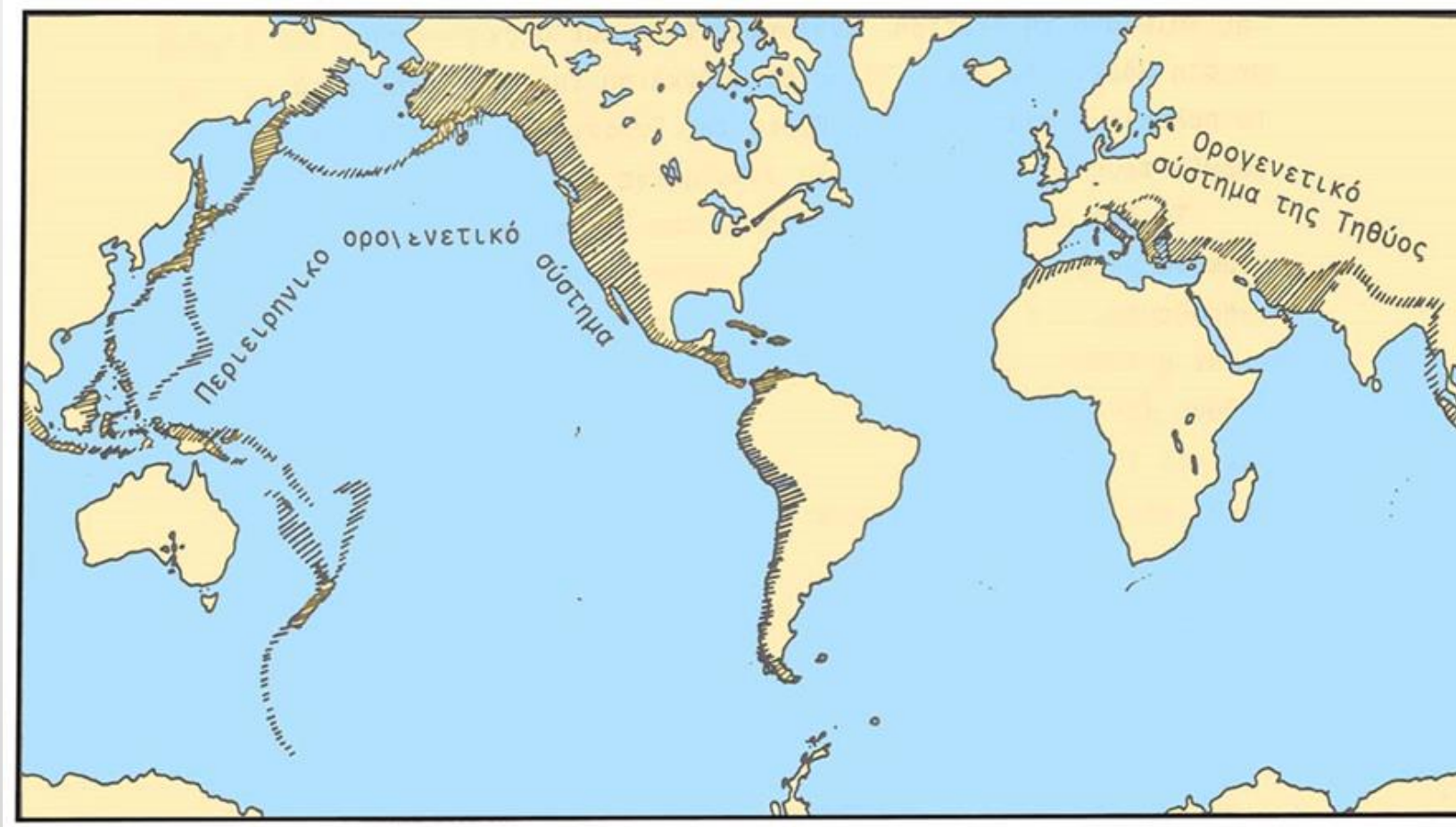
Οι λιθοσφαιρικές πλάκες κινούνται:

- αποκλίνουν
- συγκλίνουν
- υποβυθίζονται
- συγκρούονται και
- δημιουργούν τις **οροσειρές** της Γης.

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες δεν ήταν ίδιες στο γεωλογικό παρελθόν.

Ανασυγκροτήθηκαν σε διάφορους **ορογενετικούς – γεωτεκτονικούς κύκλους**.

# Αλπικό ορογενετικό σύστημα



## Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα

Το σύνολο των Οροσειρών που δημιουργήθηκαν στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν  
**Καινοζωικός αιώνας**

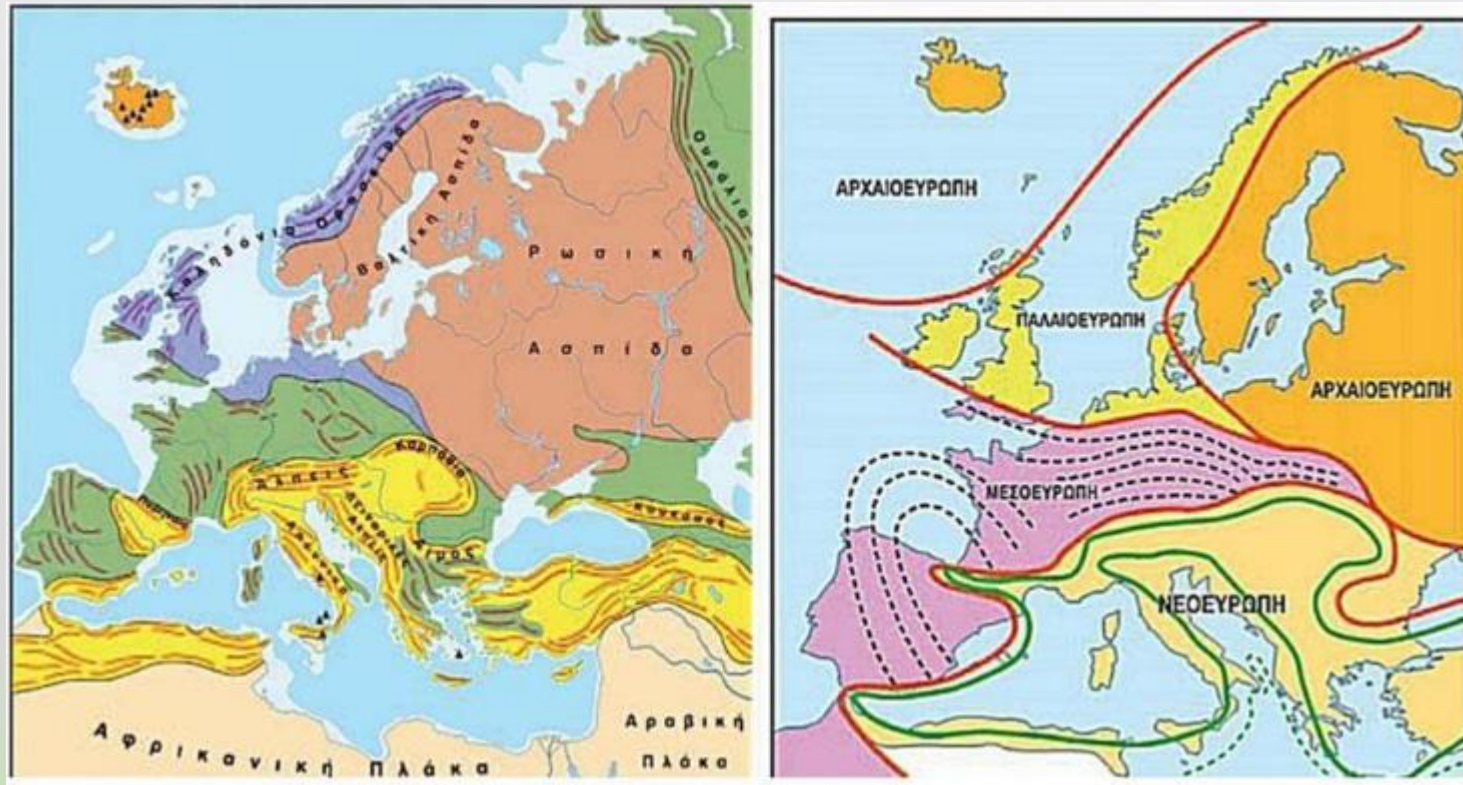
Το **Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα** διαχωρίζεται στο:

- **Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα της Τηθύος (Ελλάδα)**
- **Περι-Ειρηνικό Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα**

# Γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας στον Ευρωπαϊκό χώρο

## Γεωτεκτονική υποδιαίρεση του Ευρωπαϊκού χώρου σε ορογενετικές περιοχές

(από τον παλαιότερο προς το νεότερο)



### 1. Αρχαιο-Ευρώπη:

Προκάμβρια εποχή

### 2. Παλαιο-Ευρώπη:

Καληδονική ορογένεση  
Κάτω Παλαιοζωικό αιώνα

### 3. Μεσο-Ευρώπη:

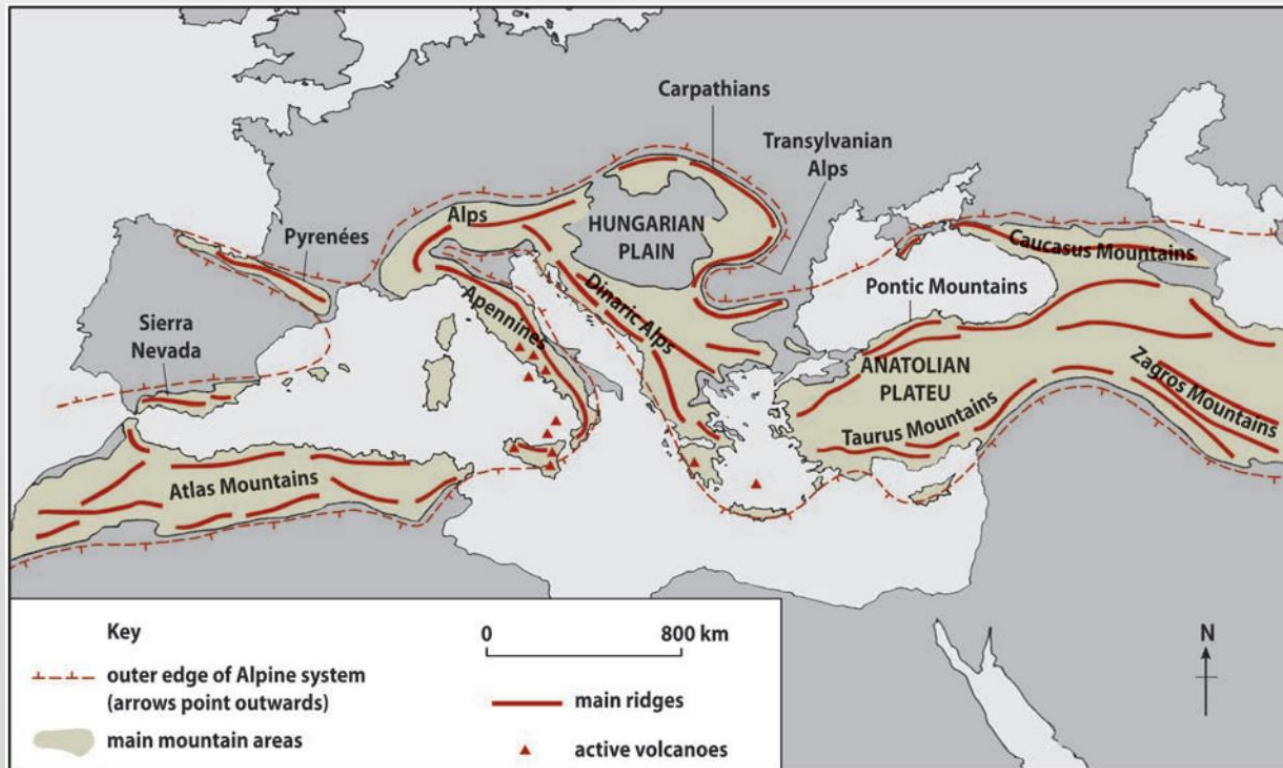
Βαρύσκια ή Ερκύνια ορογένεση  
Άνω Παλαιοζωικό αιώνα

### 4. Νέο-Ευρώπη:

Αλπική ορογένεση  
Μεσοζωικό – Καινοζωικό αιώνα  
(ως σήμερα)

# Το Αλπικό ορογενετικό σύστημα - Ορογενετικό σύστημα της Τηθύος

Η Ελλάδα βρίσκεται στην περιοχή της Νέας Ευρώπης και του Αλπικού Ορογενετικού Συστήματος της Τηθύος



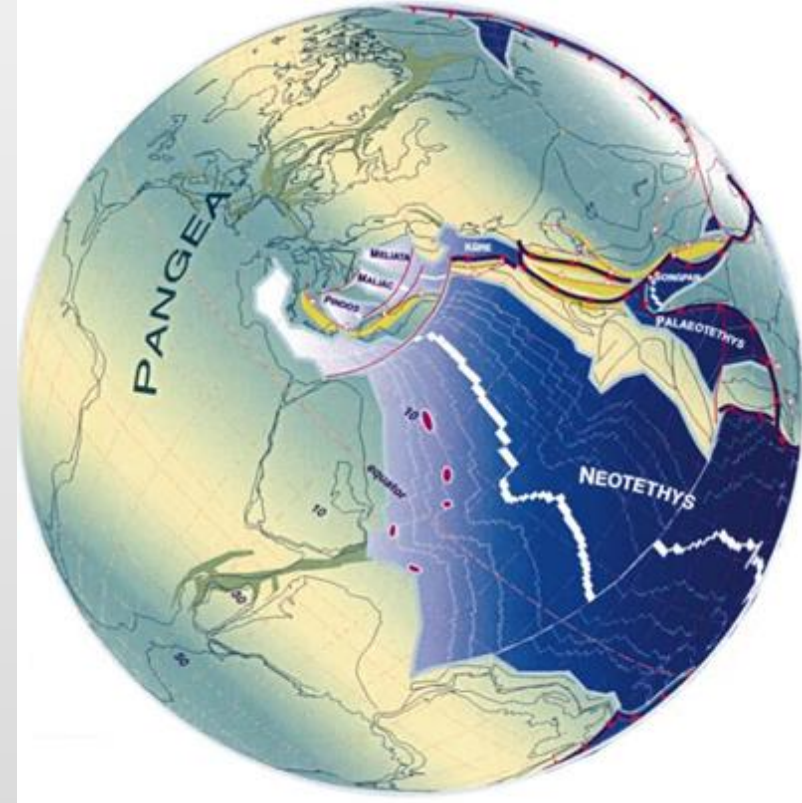
Το Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα της Τηθύος

περιλαμβάνει μεταξύ άλλων τις οροσειρές:

- Άλπεις
- Διναρίδες
- Ελληνίδες (Πίνδος)
- Ταυρίδες
- Ζάγκρος και φτάνει στο
- ορεινό σύμπλεγμα των Ιμαλαΐων.

Η ορογενετική αλυσίδα Άλπεων-Ιμαλαΐων δημιουργήθηκε από την αναδίπλωση ιζημάτων που αποτέθηκαν κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού - Καινοζωικού αιώνα σε έναν μεγάλο ωκεανό, που ονομάστηκε Τηθύς.

# Πάλαιο-Τηθύς και Νέο-Τηθύς



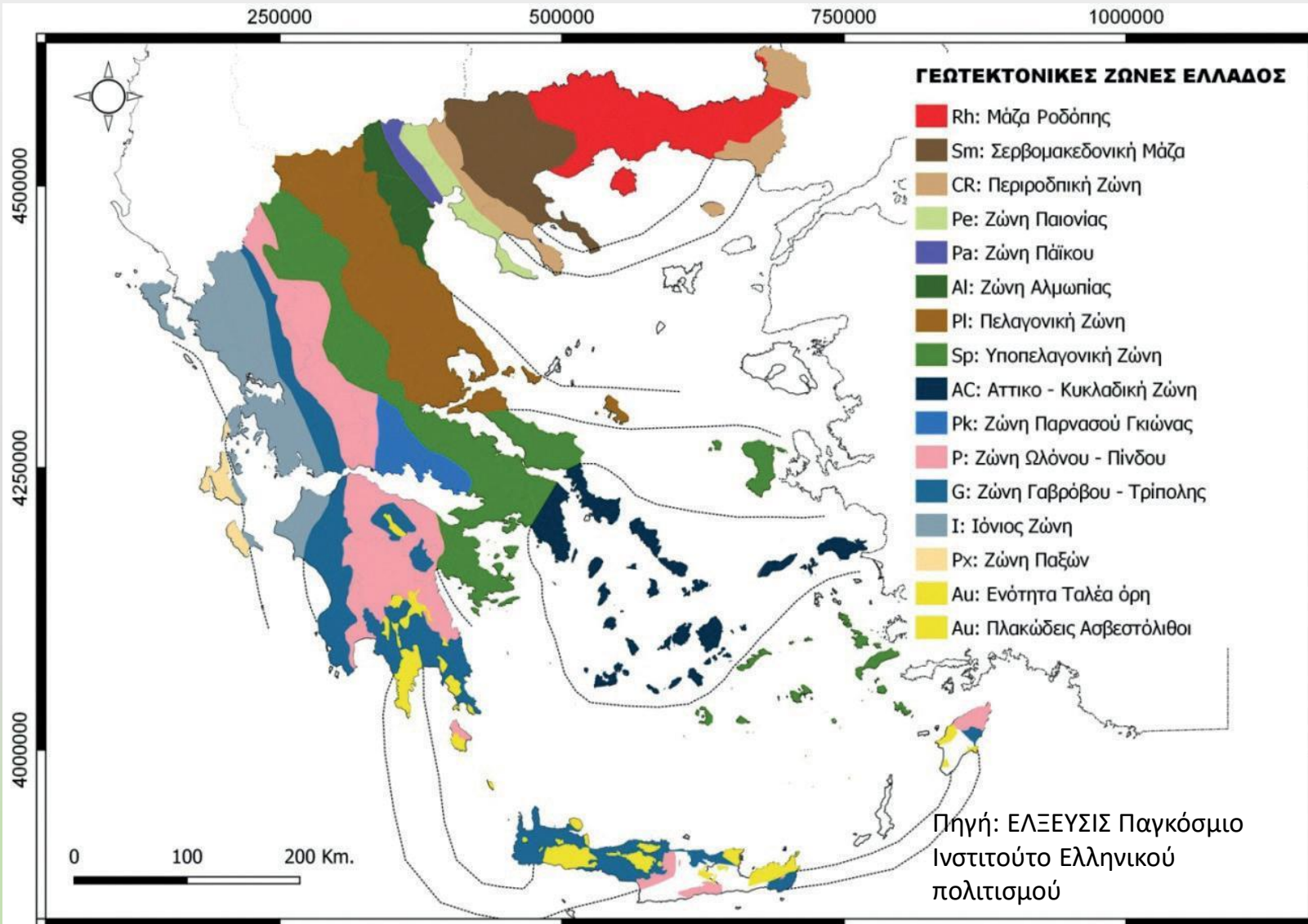
Stampfi & Borel (2002)

Ο ωκεανός της Τηθύος χώριζε την Παγγαία σε δύο υπερ-ηπείρους τη Γκοντβάνα και τη Λαυρασία κατά το τέλος του Παλαιοζωικού αιώνα (περίπου 300 εκατ. έτη πριν).

- **Πάλαιο-Τηθύς:** ο ωκεανός που υπήρχε στον Παλαιοζωικό αιώνα.
- **Νέο-Τηθύς:** οι ωκεάνιες περιοχές που δημιουργήθηκαν κατά τον Μεσοζωικό αιώνα.

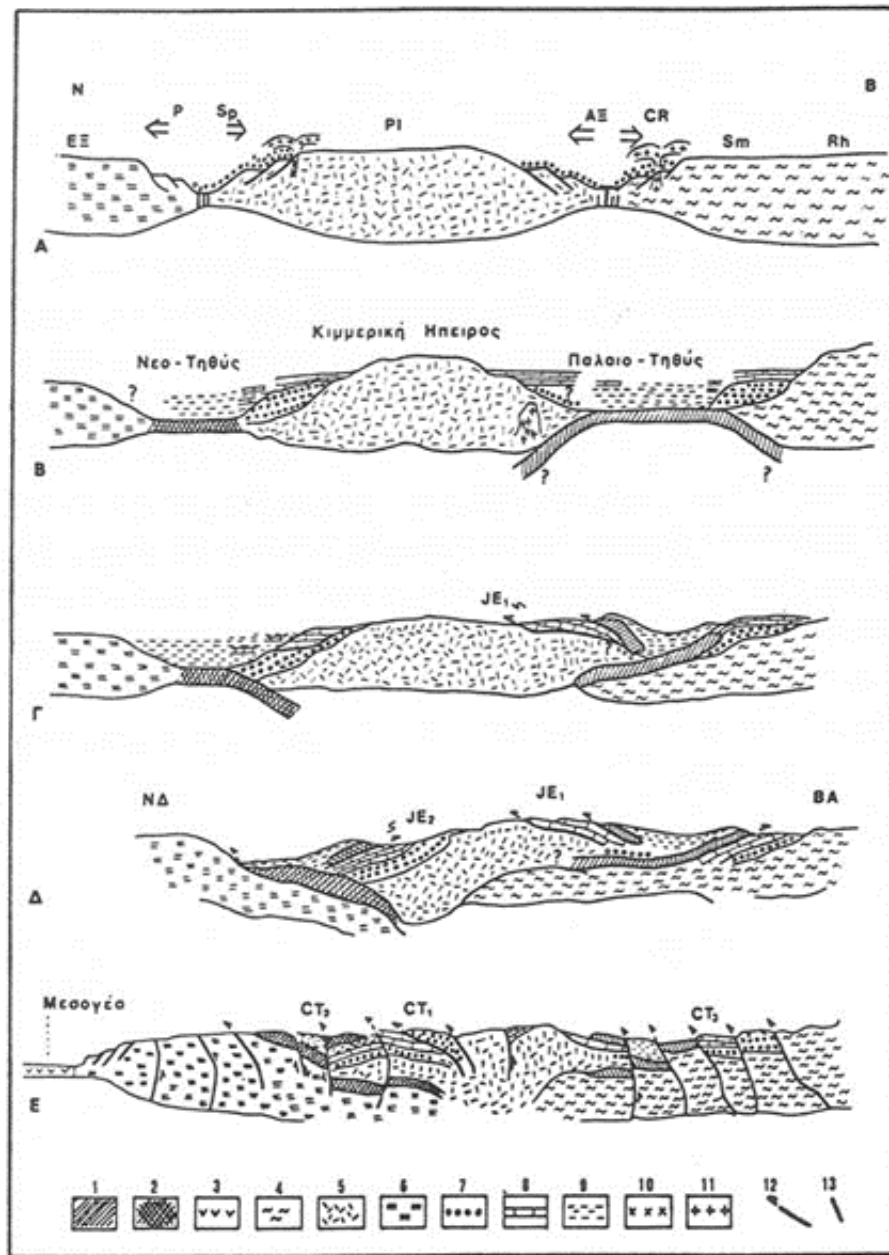
# Η αλπική γεωτεκτονική ανασυγκρότηση των Ελληνίδων οροσειρών

Οι Ελληνικές οροσειρές ανήκουν στον **Δυναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος**



- Υποδιαιρούνται σε **γεωτεκτονικές ζώνες**, απλά «**Ελληνίδες ζώνες**».
- Διακρίνονται σε:
  - ✓ «**Εσωτερικές Ελληνίδες**» και σε
  - ✓ «**Εξωτερικές Ελληνίδες**»

# Δομική εξέλιξη των Ελληνίδων



(Α) **Περμο-Τριαδικό:** ηπειρωτική διάσπαση της υπερ-ηπείρου Παγγαία και γένεση **Νέο-Τηθυακών ωκεάνιων λεκανών.**

Τα πρώιμα στάδια της ηπειρωτικής ρήξης συνοδεύτηκαν από:

- **διτυπικό μαγματισμό (βασική και όξινη ηφαιστειότητα)** και
- **διεισδύσεις γρανιτών τύπου-Α** στο ηπειρωτικό υπόβαθρο.

(Β) **Μέσο Τριαδικό – Ιουρασικό:** πολυφασική **απόθεση ιζημάτων** ρηχών και βαθέων υδάτων.

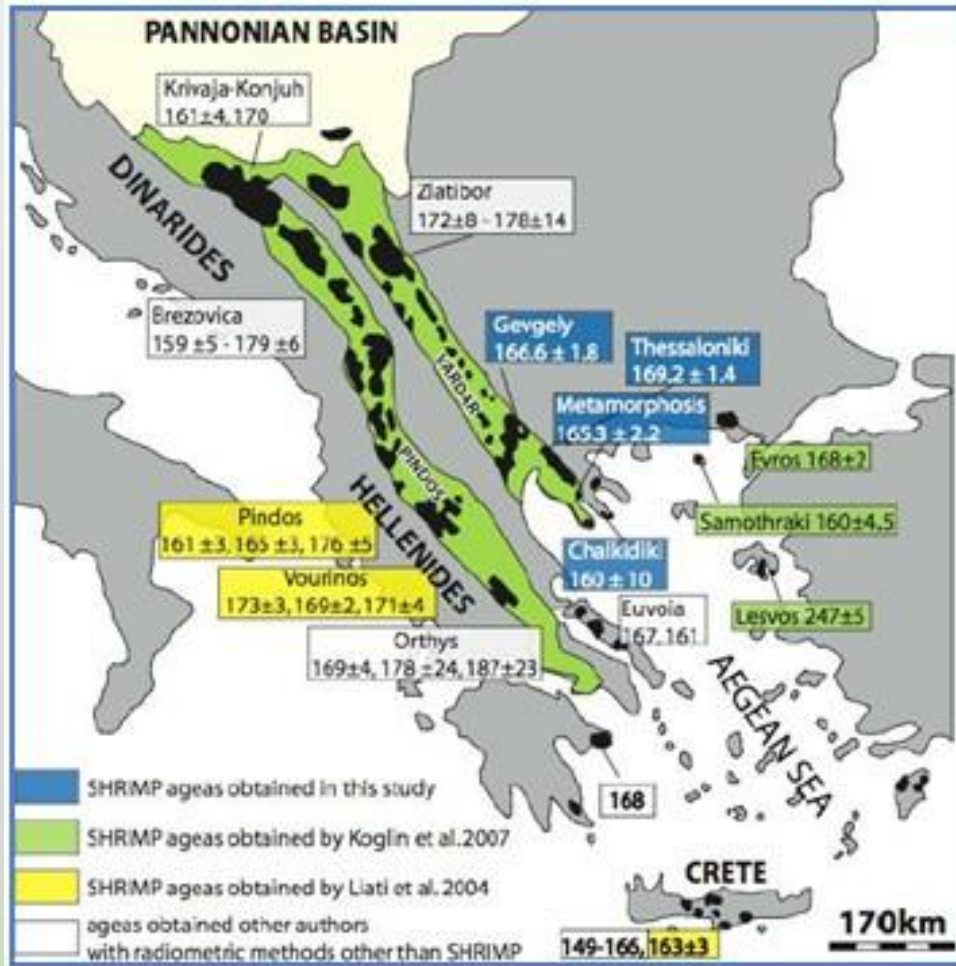
(Γ) **Μέσο - Άνω Ιουρασικό:** οι Νέο-Τηθυακές ωκεάνιες λεκάνες έκλεισαν με αποτέλεσμα την τοποθέτηση των **οφιολίθων** πάνω στα ηπειρωτικά τεμάχη.

(Δ) **Ιουρασικό – Τριτογενές:** πολυφασική τεκτονική ιστορία και μεταμόρφωση **κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης.**



# Οι οφιολιθικές εμφανίσεις στην Ελλάδα

Θεωρούνται αντιπροσωπευτικές **συρραφές** στο κλείσιμο των κλάδων του ωκεανού της Νέο-Τηθύος



Κατανέμονται σε δύο λωρίδες:

- I. κατά μήκος της ζώνης Αξιού (IRO) και
- II. κατά μήκος της ζώνης Υποπελαγονικής - Πίνδου (ERO)

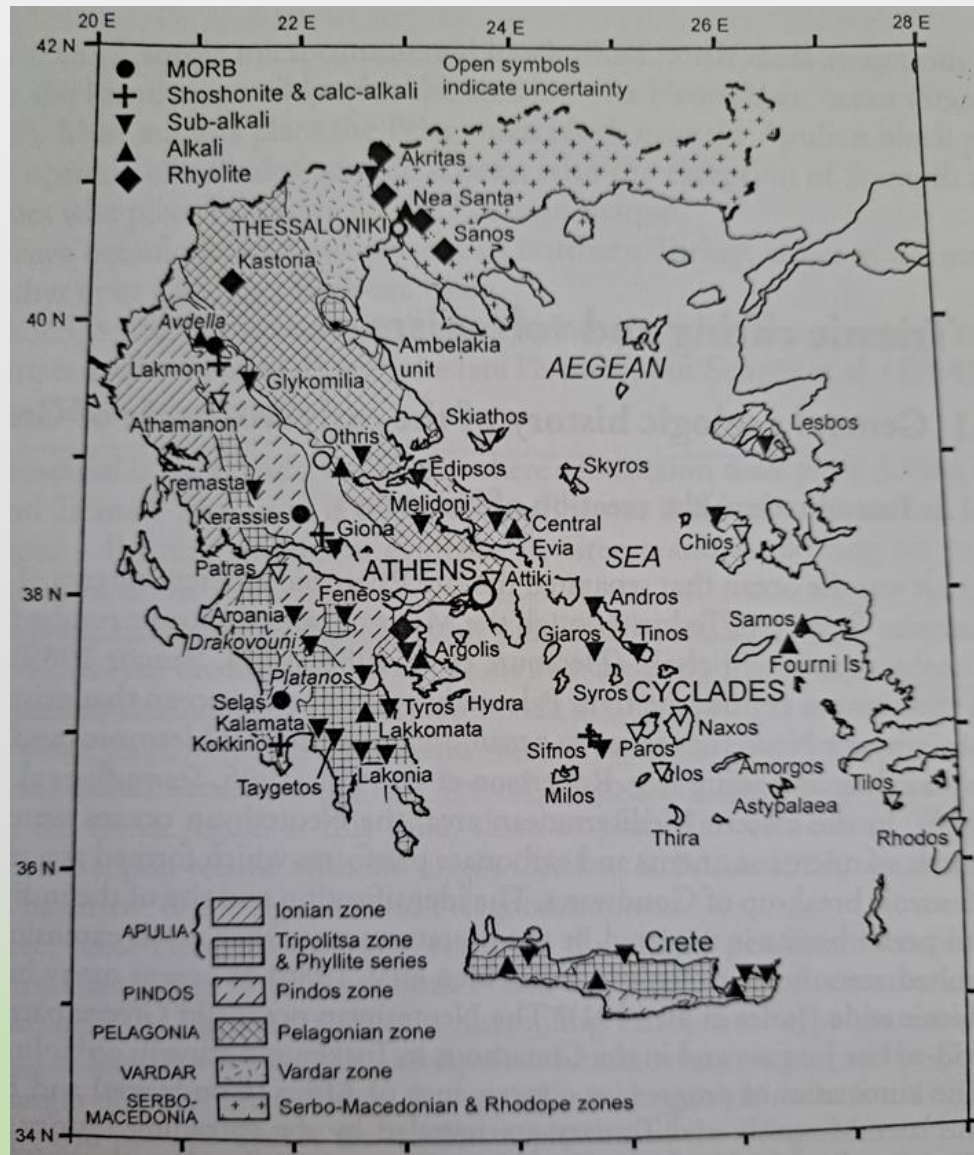
Υπάρχει διχογνωμία μεταξύ των επιστημόνων για την προέλευση των οφιολίθων της Υποπελαγονικής-Πίνδου.

**1<sup>η</sup> άποψη:** Έγιναν δύο ρήξεις στο ηπειρωτικό υπόβαθρο και δημιουργήθηκαν δύο κλάδοι Νέο-Τηθύος στον ελλαδικό χώρο, του Αξιού και της Πίνδου.

**2<sup>η</sup> άποψη:** Έγινε μία ρήξη και άρα υπήρξε ένας Νέο-Τηθουακός ωκεανός του Αξιού, τμήματα του οποίου επωθήθηκαν προς τα Δυτικά στη ζώνη Υποπελαγονικής-Πίνδου.

Οι δύο οφιολιθικές λωρίδες της Ελλάδας  
Zachariadis (2007)

# Διτυπικός μαγματισμός (βασικός – όξινος)



Τα αρχικά στάδια της ηπειρωτικής ρήξης της Παγγαίας και γένεσης του ωκεανού της Νεο-Τηθύος συνοδεύθηκαν από:

- Διτυπικό μαγματισμό (όξινο και βασικό μάγμα)
- Διεισδύσεις γρανιτών τύπου-A

Γεωλογικός χάρτης που δείχνει τις θέσεις των Τριαδικών ηφαιστειακών πετρωμάτων στην Ελλάδα (Pe-Piper & Piper, 2002)

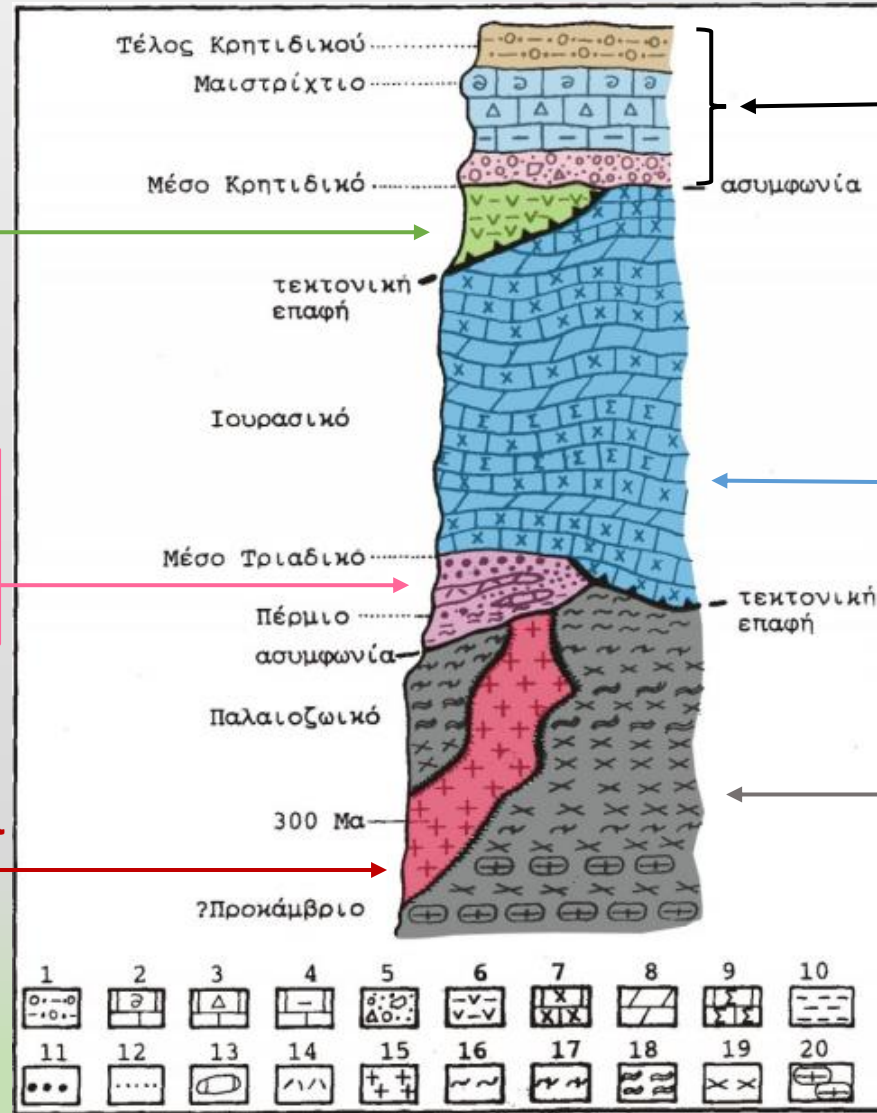
# Η Περμοτριάδική μετακλαστική – ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία της Δυτικής Μακεδονίας

- Εμφανίζεται στο δυτικό περιθώριο της Πελαγονικής ζώνης στη Δυτική Μακεδονία.

**Μετακλαστική – ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία**

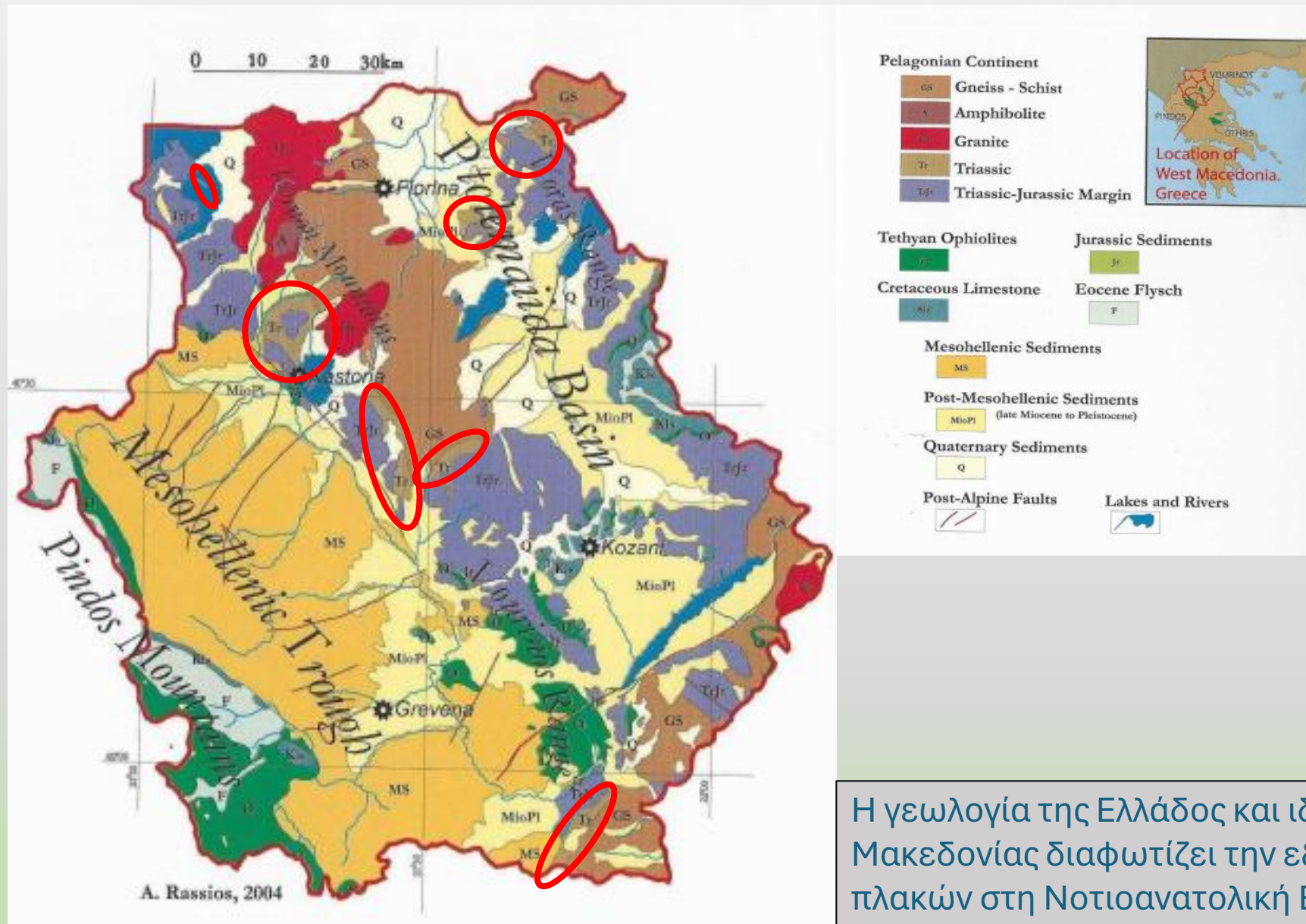
- Αποτελεί το αντικείμενο έρευνας της διδακτορικής διατριβής.

**Γνευσιωμένοι γρανίτες**



Στρωματογραφική στήλη Πελαγονικής ζώνης (Μουντράκης, 2010)

# Γεωλογικός χάρτης της Δυτικής Μακεδονίας

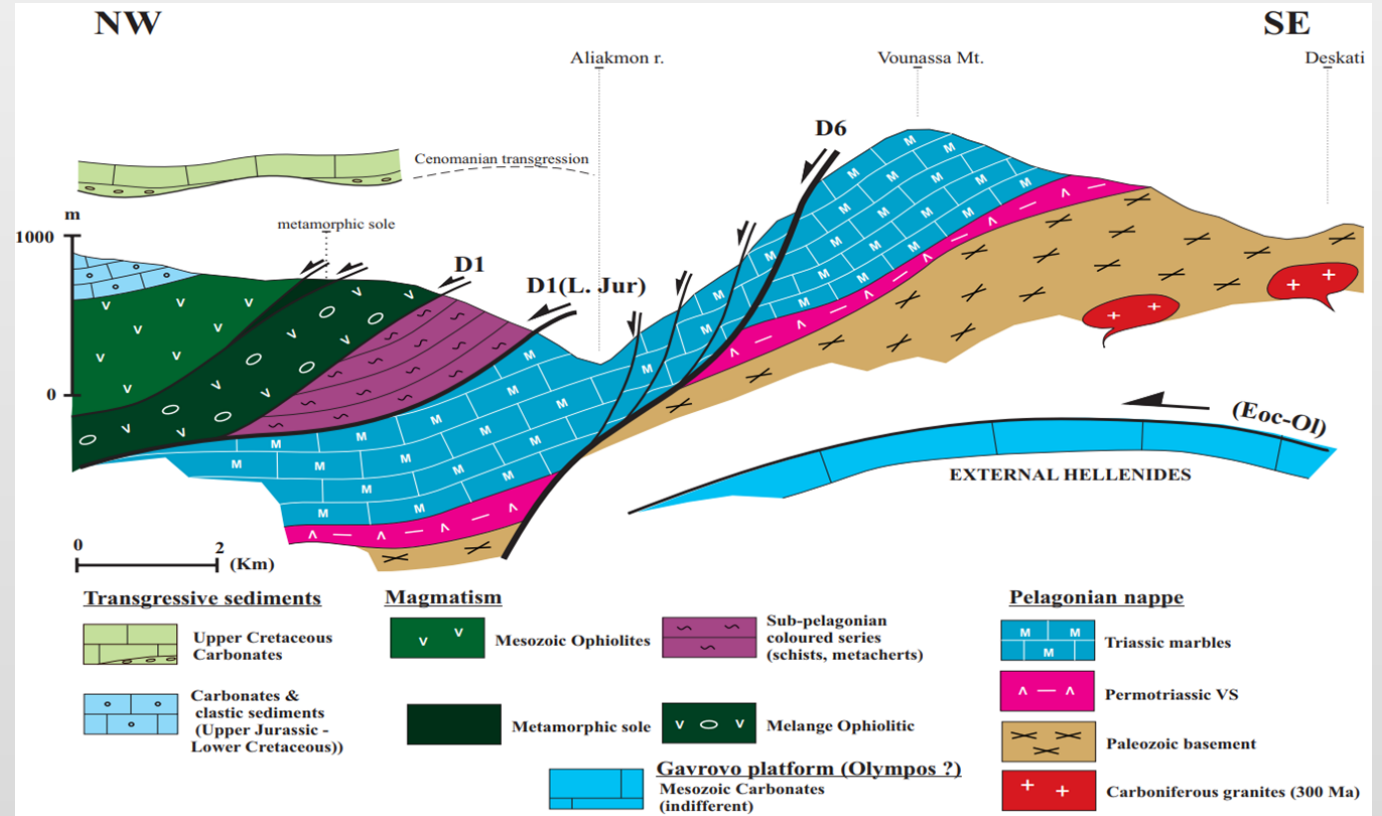
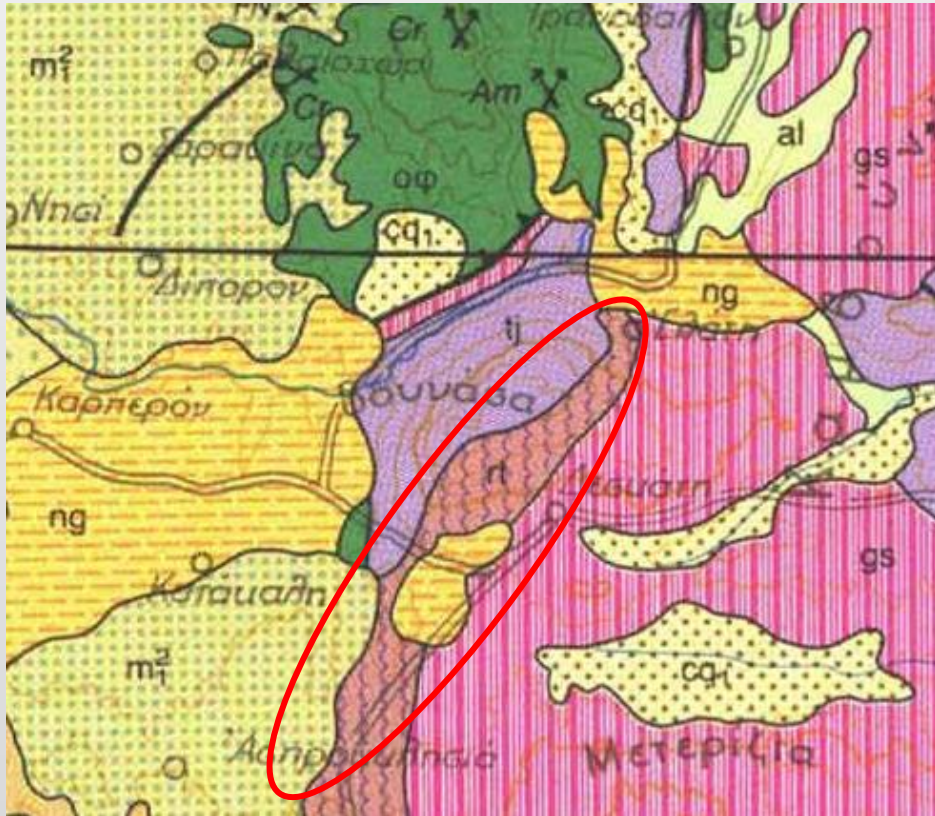


## Περιοχές εμφάνισης

- ΔΕΣΚΑΤΗ
- ΝΑΜΑΤΑ (Όρος Άσκιο)
- ΓΕΡΜΑΣ (Όρος Μουρίκι)
- ΚΑΣΤΟΡΙΑ
- ΜΙΚΡΗ ΠΡΕΣΠΑ
- ΑΓΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (Όρος Βόρας)

Η γεωλογία της Ελλάδος και ιδιαίτερα της Δυτικής Μακεδονίας διαφωτίζει την εξέλιξη των τεκτονικών πλακών στη Νοτιοανατολική Ευρώπη

# 1. Περιοχή Δεσκάτης

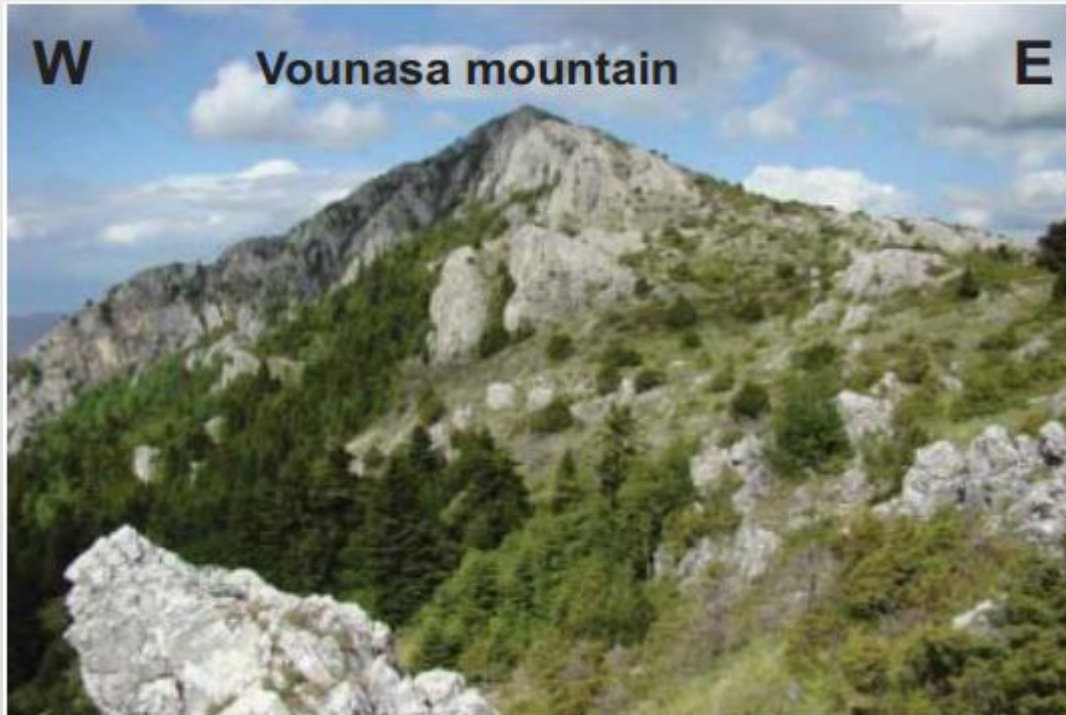


Πηγή: Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, ΙΓΜΕ

Τα ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα (rt) παρεμβάλλονται μεταξύ του κρυσταλλοσχιτώδους υπόβαθρου (gs) και των Τριαδικο-Ιουρασικών ασβεστολίθων (tj)

Σχηματική γεωλογική τομή του δυτικού τμήματος του Πελαγονικού καλύμματος και της Υπο-Πελαγονικής ζώνης (Kilias et al., 2016)

# Δεσκάτη – Όρος Βουνάσα

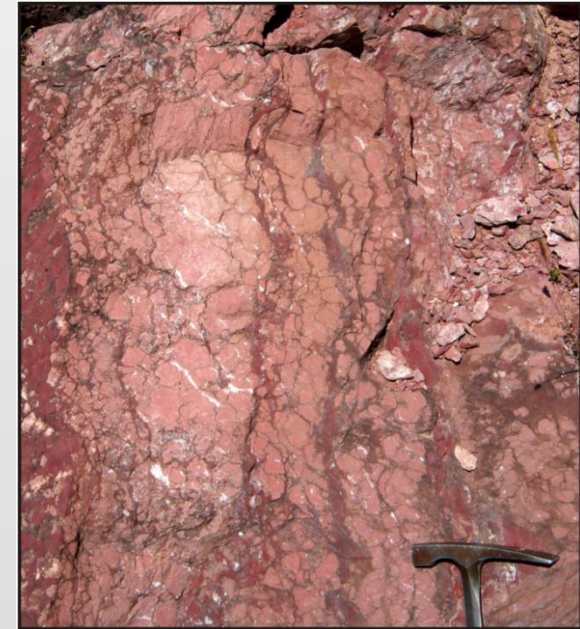


Η ανθρακική πλατφόρμα Τριαδικής - Ιουρασικής ηλικίας του Πελαγονικού καλύμματος στην κορυφή του βουνού Βουνάσα (Kilias et al., 2016).



Η Περμο-Τριαδική διτυπική (όξινη - βασική) μαγματική σειρά που σχετίζεται με την διάσπαση της ηπειρωτικής Παγγαίας και το μελλοντικό άνοιγμα του ωκεανού της Νέο-Τηθύος (Kilias et al., 2016).

# Τριαδικοί κόκκινοι ασβεστόλιθοι όρους Βουνάσα



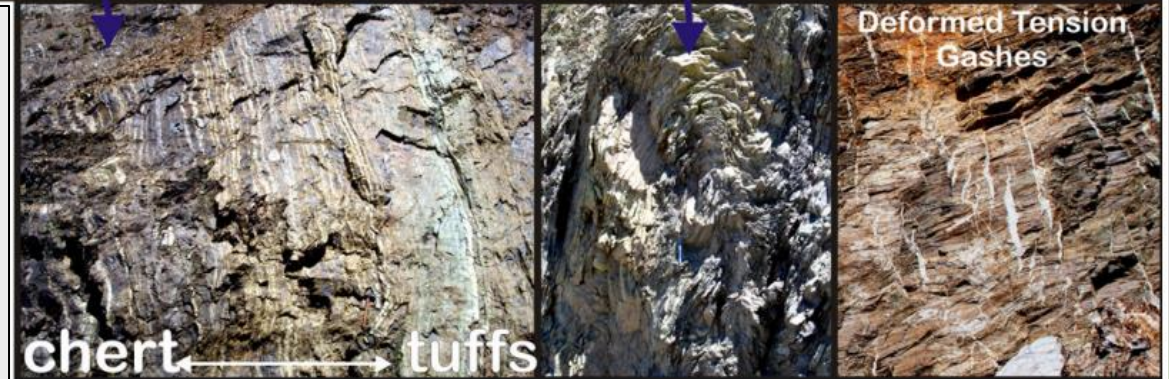
Τριαδικοί κόκκινοι ασβεστόλιθοι (Rassios et al., 2008)

- Τα τριαδικά μετα-ιζήματα του Πελαγονικού περιθωρίου χρονολογούνται σε σύγκριση με τους **ασβεστολίθους φάσης "Ammonitico Rosso"** καθώς είναι παρόμοια σε εμφάνιση με αυτά.
- Αναφέρεται ότι φέρουν απολιθώματα **κωνόδοντα ηλικίας Κάτω Τριαδικού** (Σκύθιου-Ανίσιου).
- Διατηρούν επί τόπου **ιζηματογενή κατακερματισμό και πλήρωση από άργιλο**.
- Είναι τα **παλαιότερα ιζήματα** που αποτέθηκαν πάνω από τους παλαιοζωικούς σχιστόλιθους και αντιπροσωπεύουν ένα **ωκεάνιο, μέτρια βαθύ, υδάτινο περιβάλλον**.

# Τριαδικά μετα-ιζήματα Ουράνιου τόξου



- **Μεταϊζήματα:** Ραδιολαριτικοί πυριτιόλιθοι, Τόφφοι, Χαλαζίτες, Μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι, ροζ Ανθρακικοί φακοί και Φυλλίτες.
- Αποτελούν **ιζήματα βαθιάς θάλασσας**.
- Παρουσιάζουν **χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση** και είναι **παραμορφωμένα έντονα**.
- **Προέλευση:** κλαστικά και ηφαιστειογενή που συνόδευσαν τη ρήξη της Τηθύος.
- **Πιθανή ηλικία:** Τριαδικό ή Ιουρασικό. (Rassios et al., 2008; Kiliyas et al., 2016)

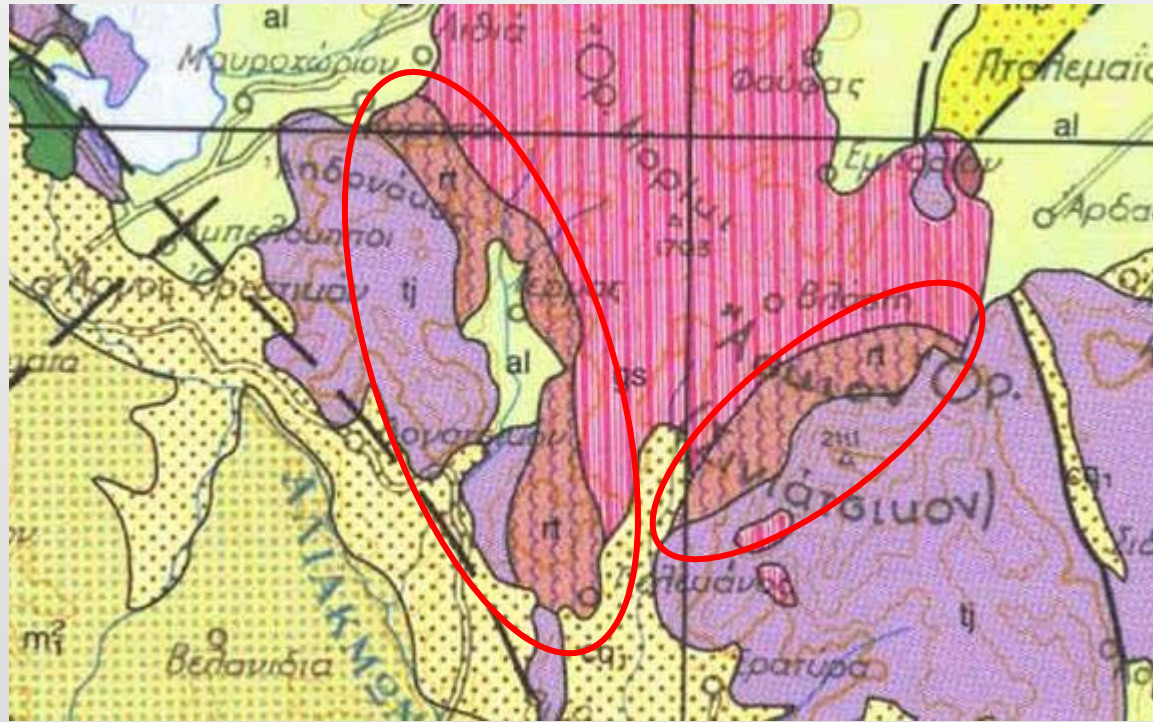


Τριαδικά μετα-ιζήματα (**Ουράνιο Τόξο**) (Rassios et al., 2008).

Τα χρώματά τους είναι εντυπωσιακά: λιλά έως μωβ, μπλε έως μπλε-γκρι, κίτρινο, τυρκουάζ και ροζ.



## 2. Περιοχή Νάματα (Όρος Άσκιο) – 3. Γέρμας (Όρος Μουρίκι)



Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, ΙΓΜΕ (απόσπασμα).

Η Περμοτριάδική μετα-κλαστική ακολουθία διαχωρίζεται σε:

➤ **Φυλλιτική - χαλαζιτική ακολουθία Γέρμας**

**Κυρίως μετα-ιζήματα** (χαλαζίτες, μαρμαρυγιακούς και χλωριτικούς σχιστόλιθους, κροκαλοπαγή, φυλλίτες, αρκόζες).

**Ελάχιστες ενστρώσεις βασικών μετα-ηφαιστιτών.**

➤ **Ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία Ναμάτων**

**Κυρίως ηφαιστειακά πετρώματα** (μετα-τόφφους, μετα-ρυόλιθους και μετα-βασίτες)

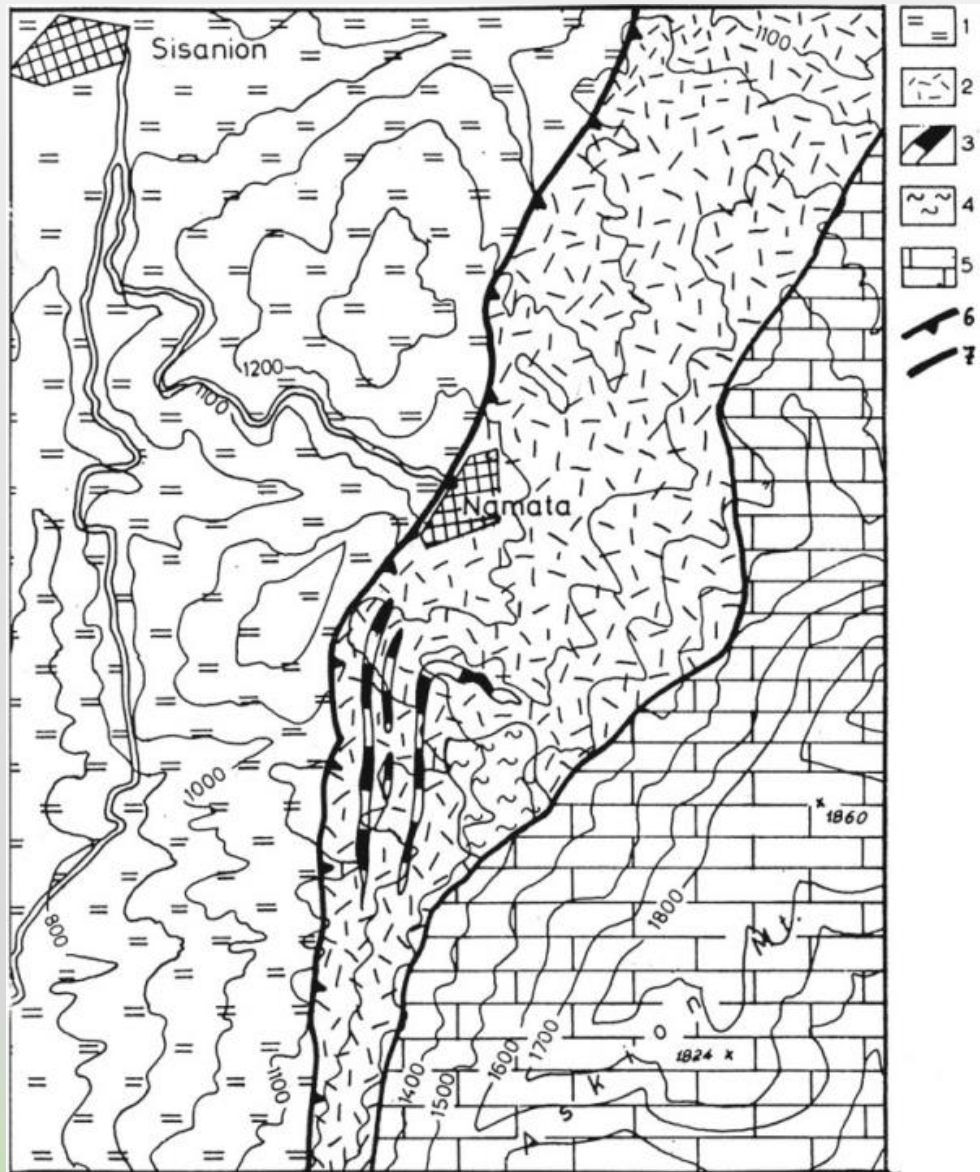
**Ελάχιστα μετα-ιζήματα** και έγχρωμους φακούς ανακρυσταλλωμένων ασβεστολίθων.

- **Χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση** (πρασινοσχιστολιθική φάση) ( $T = 430^{\circ} C$  και  $P = 2,5-3 kb$ ).

(Σπυρόπουλος, 1992)

➤ **Μετα-ρυόλιθοι (Δρυόβουνο): Πρώιμη Τριαδική ηλικία** (στρωματογραφικά υπερκείμενοι των Μέσο-Τριαδικών ασβεστολίθων (Mountrakis et al., 1987). Επιβεβαιώθηκε με μέθοδο U-Pb σε ζιρκόνια, ηλικία **244±1 Ma** (Anders, 2005).

➤ **Σκούρος γκρίζος φυλλίτης (Κορησός): Ηλικία 257±2 Ma (Άνω Περμίο)** (μέθοδος U-Pb σε ζιρκόνια) (Zlatkin et al., 2017).



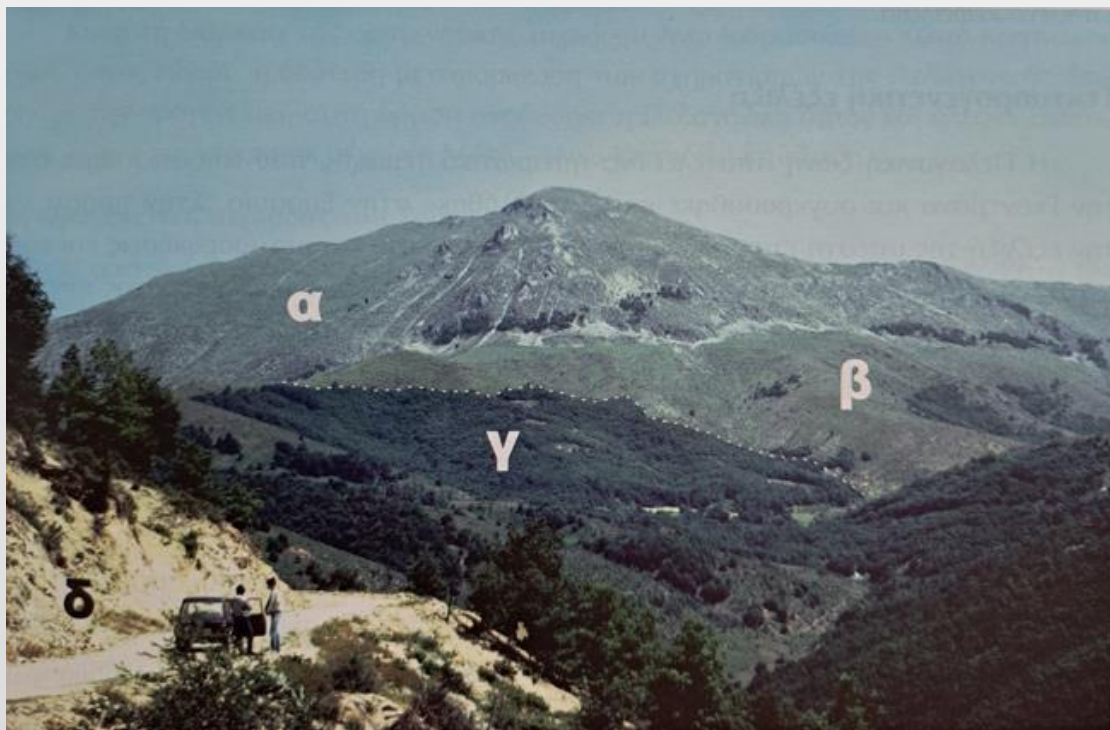
Η ηφαιστειο-ιζηματογενής ακολουθία Κατώτερου-Μέσου Τριαδικού επικαλύπτει τεκτονικά τον **γνευσιωμένο γρανίτη Λιθανθρακοφόρου** της Καστοριάς.

#### Υπόμνημα

1. Γνευσιωμένος γρανίτης Καστοριάς
2. Ηφαιστειο-ιζηματογενείς σχηματισμοί Κατώτερου-Μέσου Τριαδικού
3. Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι ammonitico rosso φάσης
4. Μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι και γραφιτικοί φυλλίτες
5. Μάρμαρα του Μέσου-Ανώτερου Τριαδικού
6. Επώθηση
7. Τεκτονική επαφή

Γεωλογικός χάρτης της ηφαιστειοϊζηματογενούς ακολουθίας Ναμάτων (Ραρανικολαου, 1984).

# Πανοραμική άποψη του όρους Ασκίου (Σινιάτσικο)



## Γεωλογική δομή της Πελαγονικής:

(α) – (3) Μάρμαρα Τριαδικού-Ιουρασικού

(β) – (2) Περμοτριάδικη μετακλαστική ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία

(γ) Γνευσιωμένος γρανίτης Άνω Λιθανθρακοφόρου

(δ) – (1) Κρυσταλλωσχιστώδες υπόβαθρο

φωτογραφία αριστερά (Μουντράκης, 2010)

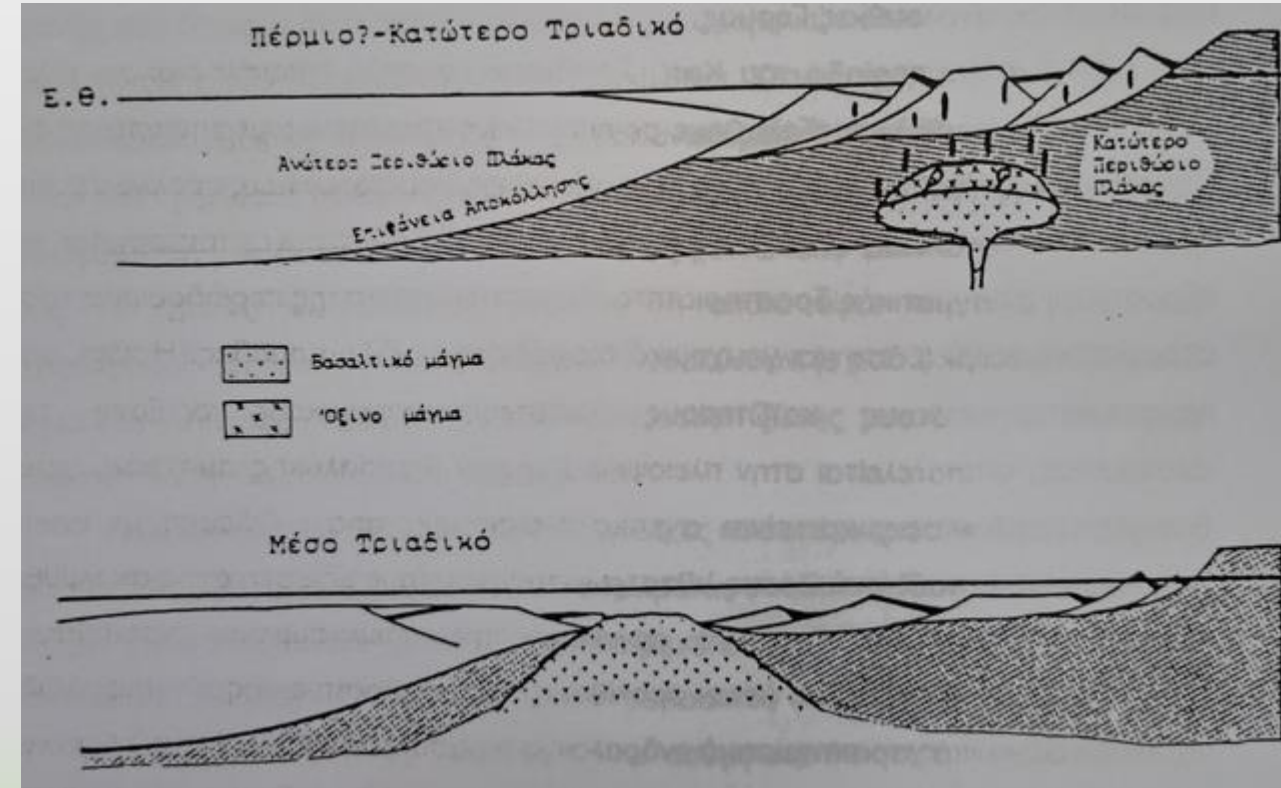
φωτογραφία δεξιά (Ραρανικολαου, 2013)



# Γεωχημεία – Γεωτεκτονικό περιβάλλον

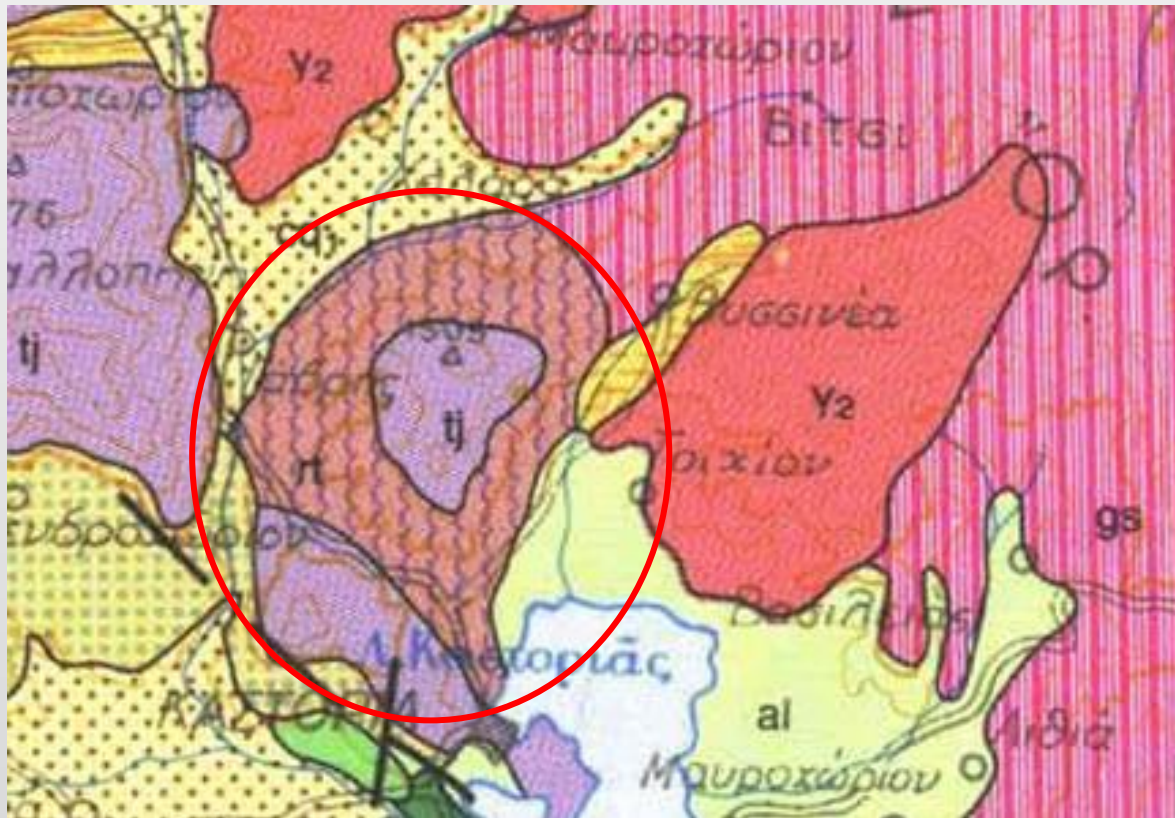
Χημική ανάλυση κύριων στοιχείων και ιχνοστοιχείων σε:

- 11 δείγματα **μετα-βασιτών** (Σπυρόπουλος, 1992)
- 6 δείγματα **μετα-ρυολίθων** (Mountrakis et al., 1987)
- Οι **μετα-βασίτες** είναι **θολειϊτικού χαρακτήρα** και διαχωρίζονται σε 2 ομάδες:
  - **Ενδο-ηπειρωτικούς βασάλτες**
  - **Βασάλτες μεσο-ωκεάνιας ράχης**
- Οι **μετα-ρυόλιθοι** είναι **ενδοπλακικού χαρακτήρα**.
  - Μετα-βασίτες και μετα-ρυόλιθοι συνδέονται γενετικά μεταξύ τους (**διτυπικός μαγματισμός**). Άνοδος του βασικού μάγματος προκάλεσε την τήξη του ηπειρωτικού φλοιού.
  - Ο γεωχημικός τους χαρακτήρας και οι συνθήκες ιζηματογένεσης φανερώνουν το **πρώιμο στάδιο ηπειρωτικής διάρρηξης** της Πελαγονικής.
  - Η παρουσία βασαλτών μεσο-ωκεάνιας ράχης υποδηλώνουν **έναρξη δημιουργίας ωκεάνιου φλοιού** Δυτικά της Πελαγονικής και απόθεση του Τριαδικο-ϊουρασικού ανθρακικού καλύμματος.



Γεωτεκτονικό περιβάλλον (Σπυρόπουλος, 1992)

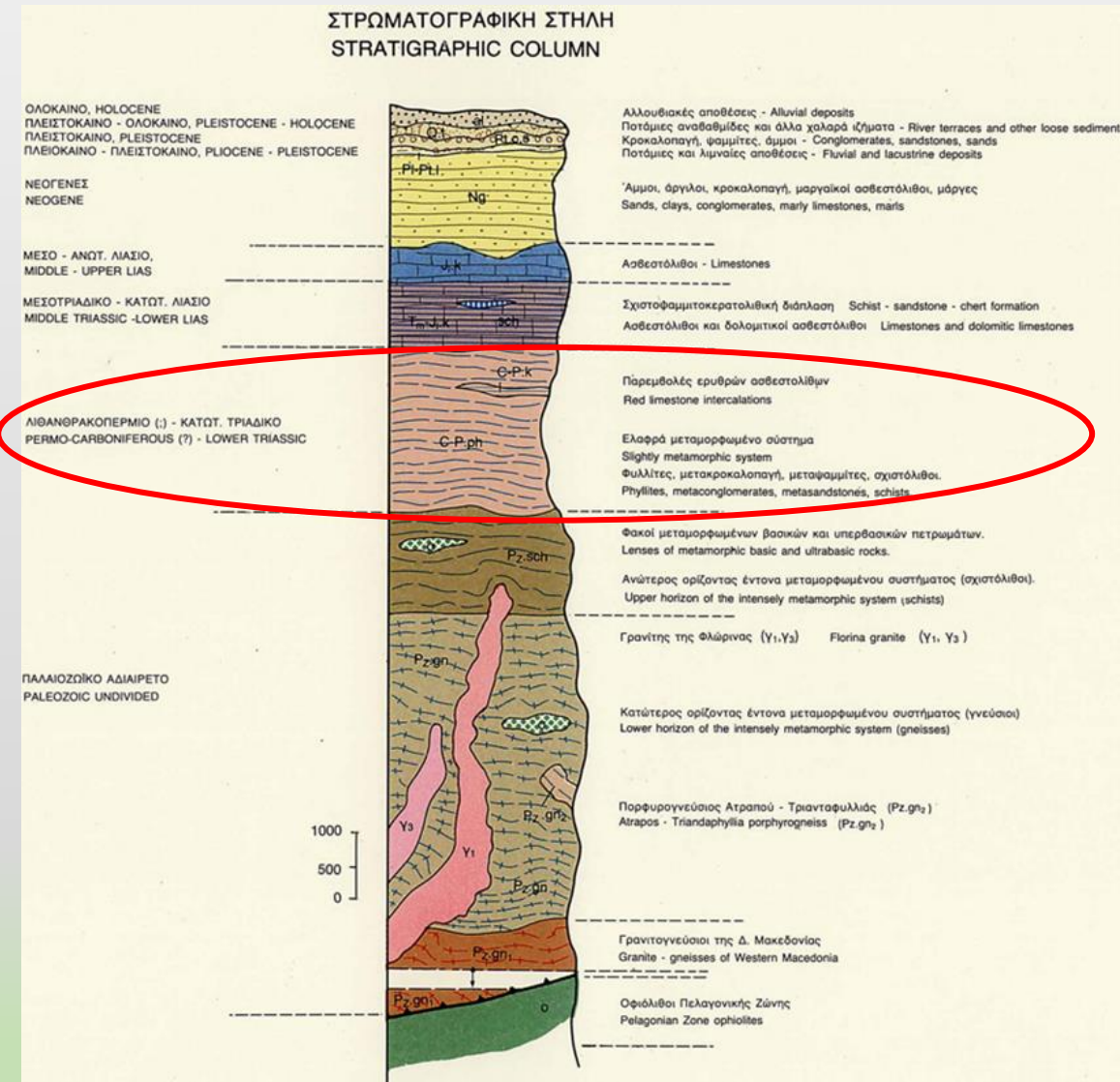
# 4. Περιοχή Καστοριάς



Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, ΙΓΜΕ (απόσπασμα).

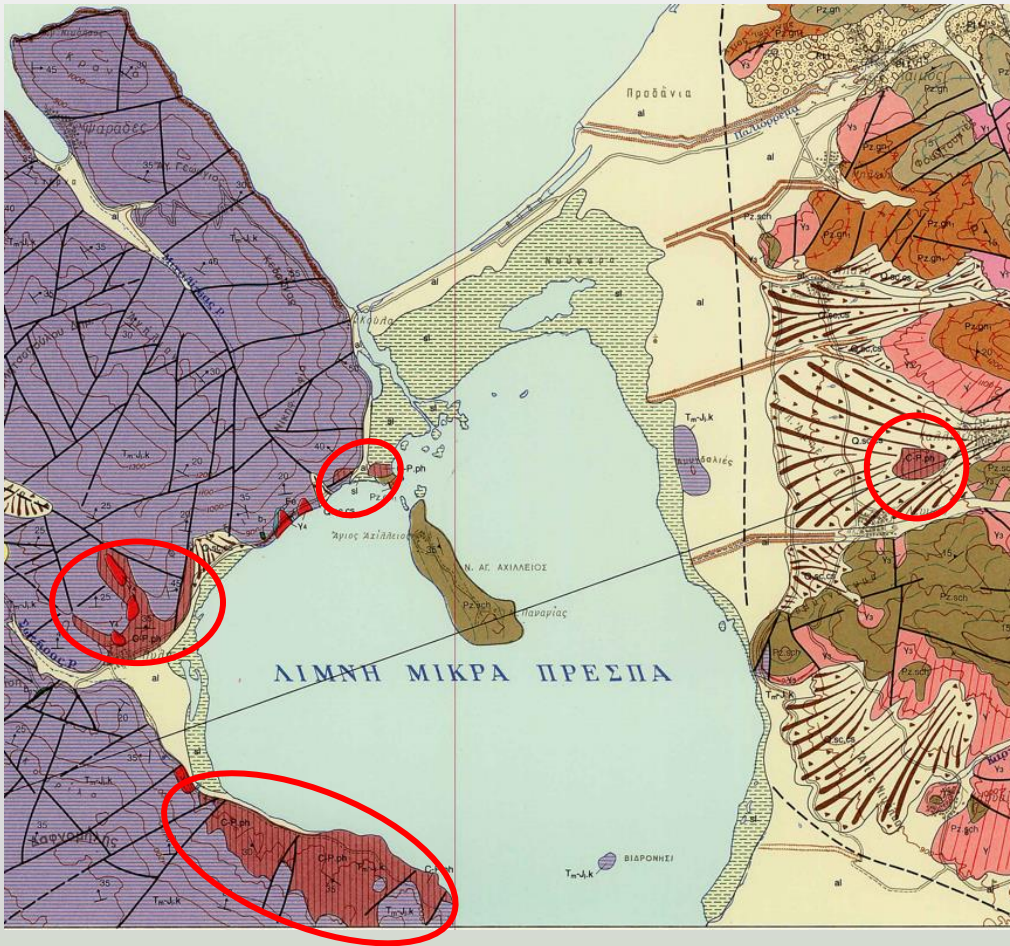
Πετρώματα ελαφριά μεταμορφωμένα.

- **Μετα-ιζήματα** (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αρκόζες), Φυλλίτες, Σχιστόλιθοι (χλωριτικοί, σερικιτικοί, γραφιτικοί). Παρεμβολές ασβεστολίθων με κωνόδοντα (Άνω Σκύθιο – Κάτω Ανίσιο).
- **Μετα-βασικά εκρηξιγενή.**



Γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ (φύλλο Καστοριά).

# 5. Περιοχή Λίμνης Μικρή Πρέσπα

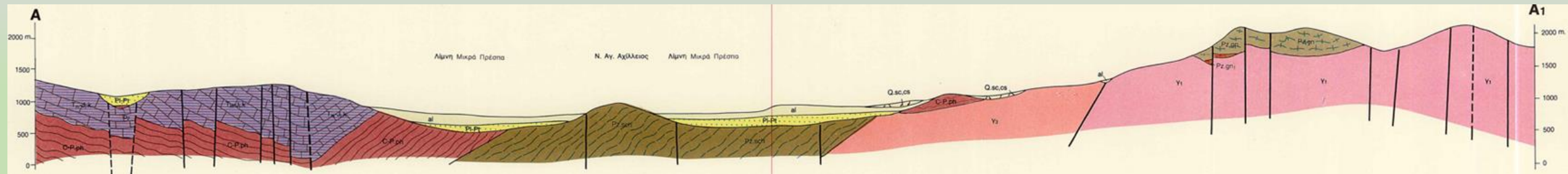


Λιθολογία ίδια με εκείνη της εμφάνισης Καστοριάς.

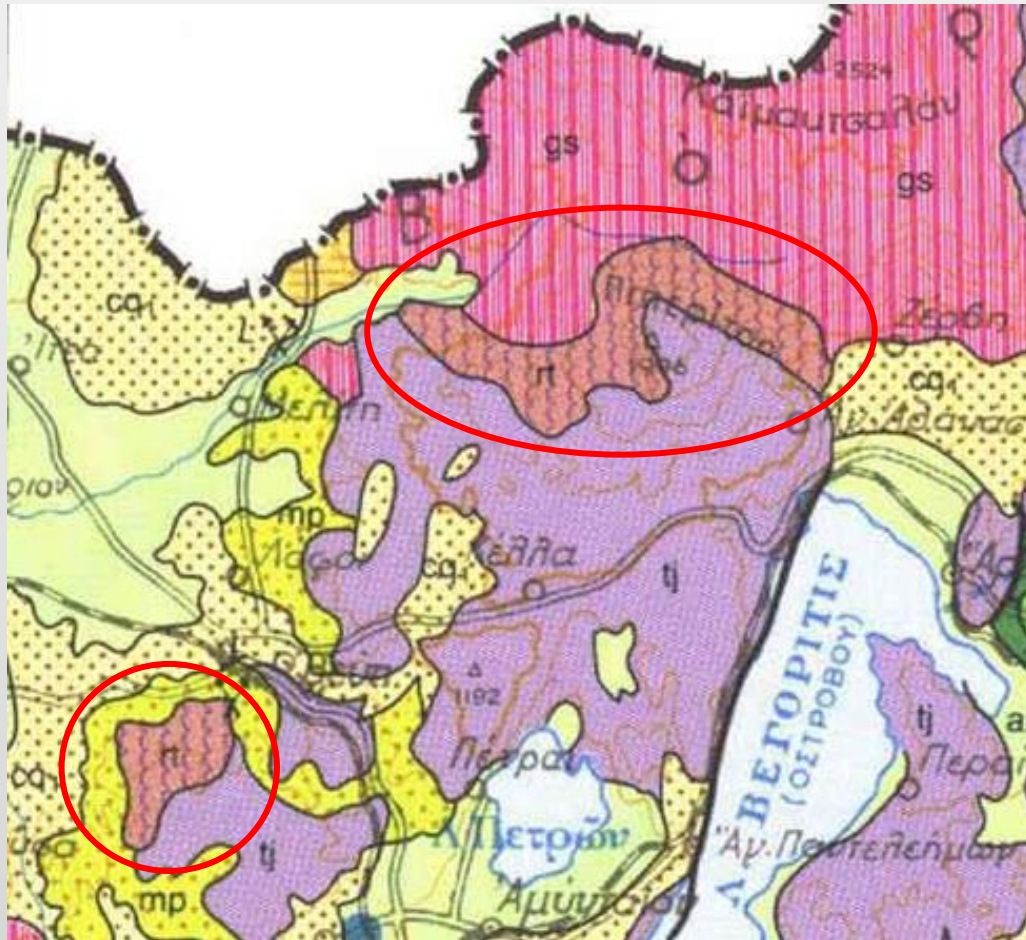
Πετρώματα ελαφριά μεταμορφωμένα.

- **Μετα-ιζήματα** (κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, αρκόζες), Φυλλίτες, Σχιστόλιθοι (χλωριτικοί, σερικιτικοί, γραφιτικοί). Παρεμβολές ασβεστολίθων με κωνόδοντα (**Άνω Σκύθιο – Κάτω Ανίσιο**).
- **Μετα-βασικά εκρηξιγενή.**

Γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ (φύλλο Ποντοκόρι- Αντάρτικον).



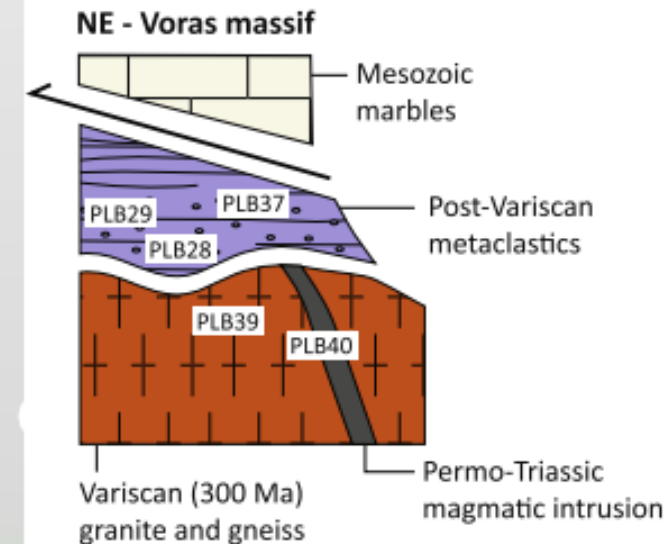
# 6. Περιοχή Αγίου Αθανασίου (Όρος Βόρας)



## Λιθολογία

- Μετα-αρκόζες
- Μετακροκαλοπαγή
- Γρανατούχοι μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι
- Μεταμορφωμένη βασική φλέβα
- Ορθογνεύσιος (του υποβάθρου)

Στρωματογραφική  
στήλη



Πηγή: Zlatkin et al. (2017)

Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας, ΙΓΜΕ (απόσπασμα).

## Γεωχρονολόγηση U-Pb (έδωσε ηλικίες Άνω Περμίου - Τριαδικού)

- **PLB29:** Μετα-αρκόζες **240-260 Ma**
- **PLB28:** Μετακροκαλοπαγή **240-260 Ma**
- **PLB37:** Γρανατούχος μαρμαρυγικός σχιστόλιθος **260-300 Ma**
- **PLB40:** Μεταμορφωμένη βασική φλέβα εντός του ορθογνευσίου **262 Ma**



# Σύνοψη - Συμπεράσματα

- Κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της Πελαγονικής ζώνης εμφανίζεται διακοπτόμενη μια **μετακλαστική-ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία** Περμοτριάδικής ηλικίας (**περίπου 250 εκατ. ετών**).
- Η ακολουθία αυτή αντιπροσωπεύει την **ιζηματογένεση** και την **ηφαιστειότητα (διτυπικός μαγματισμός)** που αναπτύχθηκε την περίοδο εκείνη κατά τα **πρώιμα στάδια της ηπειρωτικής διάρρηξης** που οδήγησε στην **ανάπτυξη** μιας ωκεάνιας **Νέο-Τηθθακής λεκάνης**.
- Η πετρογραφία, ορυκτολογία και γεωχημεία των πετρωμάτων της ακολουθίας αυτής δεν έχουν μελετηθεί ως τώρα, παρά ελάχιστα.



# Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- Πετρολογική μελέτη και γεωχημικές αναλύσεις στα πετρώματα της ακολουθίας σε όλες τις εμφανίσεις με **κύρια στοιχεία** και **ιχνοστοιχεία** καθώς και **σπάνιες γαίες** και **ισότοπα** με σκοπό:
  - τον καθορισμό του **πετρογενετικού μοντέλου** και της **γεωδυναμικής εξέλιξης** της περιοχής.
- Διερεύνηση της **γενετικής – γεωχημικής σχέσης** μεταξύ:
  - **όξινων και βασικών ηφαιστιτών**
  - **όξινων ηφαιστιτών** και του ίδιας ηλικίας **γρανίτη Άρδασσας ή Κρυόβρυσης**
  - **όξινων ηφαιστιτών** και πετρωμάτων του **κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου** της **Πελαγονικής ζώνης**
- Σύγκριση της **διτυπικής ηφαιστειότητας** του δυτικού περιθωρίου της **Πελαγονικής ζώνης** (περιοχή μελέτης) με την αντίστοιχη του δυτικού περιθωρίου της **Σερβομακεδονικής Μάζας**.

# Βιβλιογραφία

- Alagna K.E. (2006).** Geocronologia U-Pb su zirconi tramite spettrometria di massa accoppiata ad ablazione laser: sviluppo della metodologia e applicazione ai plutoni di Ardassa e Deskati (Grecia Nord-Occidentale), unpublished Ph.D thesis, University of Perugia, 161 p.
- Anders B. (2005).** “The Pre-Alpine Evolution of the Basement of the Pelagonian Zone and the Vardar Zone, Greece” Dissertation zur Erlangung des Grades, “Doktor der Naturwissenschaften” am Fachbereich Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- Anders B., Reischmann T., Kostopoulos D., Poller U. (2006).** “The oldest rocks of Greece: first evidence for a Precambrian terrane within the Pelagonian Zone” Geol. Mag. 143 (1), pp. 41–58.
- Anders B., Reischmann T., Kostopoulos D. (2007).** “Zircon geochronology of basement rocks from the Pelagonian Zone, Greece: constraints on the pre-Alpine evolution of the westernmost Internal Hellenides”. International Journal of Earth Sciences, 96, 639-661.
- Kilias A. et al. (2016).** “A geological cross-section through northern Greece from Pindos to Rhodope Mountain Ranges: a field guide across the External and Internal Hellenides”. Journal of the VIRTUAL EXPLORER, Electronic Edition, ISSN 1441-8142, volume 50, Paper 1, In: (Eds) Adamantios Kilias, Stylianos Lozios, Geological field trips in the Hellenides, 2016
- Kilias A. (2024).** “The Alpine Geological History of the Hellenides from the Triassic to the Present—Compression vs. Extension, a Dynamic Pair for Orogen Structural Configuration: A Synthesis”. Geosciences 2024, 14, 10.
- Mountrakis D. et al. (1983).** “Paleogeographic conditions in the western Pelagonian margin in Greece during the initial rifting of the continental area.” Can. J. Earth Sci., 20, 1673-1681
- Mountrakis D. (1984).** “Structural evolution of the Pelagonian Zone in Northwestern Macedonia, Greece.” In: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), Geological Society, London, Special Publications, 17(1), 581-590.
- Mountrakis D. (1986).** “The Pelagonian zone in Greece: a polyphase-deformed fragment of the Cimmerian continent and its role in the geotectonic evolution of the eastern Mediterranean.” The Journal of Geology, 94(3), 335-347.
- Mountrakis D. et al. (1987).** “Silicic Metavolcanics in the Western Pelagonian Margin of Greece Related to the Opening of Neo-Tethys.” Chem. Erde, 47, 167-180.
- Μουντράκης Δ. (2010).** «ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΣ» UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη
- Panora K., Koroneos A. (2022).** “Permo-Triassic granitic magmatism in Serbomacedonian massif and Pelagonian zone: comparative geochemical and petrogenetic study of Kerkini, Arnea and Ardassa granites”. 16th International Congress of the Geological Society of Greece, 17-19 October, 2022 - Patras, Greece, Bulletin of the Geological Society of Greece, Sp. Publ. 10,Ext. Abs. GSG2022-186
- Papanikolaou D. (1984).** «Introduction to the Geology of Greece: The pre-Alpine Units». In: IGCP No 5, 1984 Field meeting in Greece, Fieldguide, Part, I, 3–35.
- Papanikolaou D. (2013).** “Tectonostratigraphic models of the Alpine terranes and subduction history of the Hellenides”. Tectonophysics, 595–596, 1–24. Papanikolaou D. (2021). “The Geology of Greece” ISBN 978-3-030-60731-9 (eBook) pp.389, Springer Nature Switzerland AG 2021
- Pe-Piper G., Piper J.W. (2002).** “The igneous rocks of Greece. The anatomy of an orogen”.
- Rassios A., Smith A., Kostopoulos D. (2008).** «Ophiolites 2008 Guidebook: Link between the Mesohellenic Ophiolites and the Pelagonian Margin». Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition, ISSN 1441-8142, volume 34, paper 1
- Stampfi G.M., Borel G.D. (2002).** “A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons”. Earth and Planetary Science Letters, 196, 17-33.
- Σπυρόπουλος Ν. (1992).** «Η ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΟ ΟΡΟΣ ΑΣΚΙΟ (ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ) Διδακτορική Διατριβή, Γεωλογίας ΑΠΘ
- Zachariadis P. (2007).** “Ophiolites of the eastern Vardar zone, N. Greece”. PhD Thesis, Univ. Johannes Gutenberg,. Mainz.
- Zlatkin O., Avigad D., Gerdes A. (2017).** «The Pelagonian terrane of Greece in the peri-Gondwanan mosaic of the Eastern Mediterranean: Implications for the geological evolution of Avalonia». Precambrian Research 290, 163–183.

A top-down view of a desk with a light-colored wooden surface. In the center is a white spiral-bound notebook with the text "THANK YOU FOR YOUR ATTENTION" printed on it. The words "THANK YOU" and "FOR YOUR" are in black, and "ATTENTION" is in red. To the top left of the notebook are a pair of gold-rimmed glasses. To the right is a silver and black ballpoint pen. To the bottom left is a small white pot containing a green succulent plant. A portion of a magnifying glass is visible in the bottom right corner.

**THANK YOU  
FOR YOUR  
ATTENTION**

Any Questions ?

