

Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Παγκόσμια Γεωδυναμική

Η λιθόσφαιρα της Γης αποτελείται από ορισμένες μεγάλες λιθосφαιρικές πλάκες και μερικές μικρότερες, οι οποίες κινούνται, αποκλίνουν, συγκλίνουν, υποβυθίζονται, συγκρούονται, ανασυγκροτούνται και δημιουργούν τις μεγάλες και μικρές οροσειρές στην επιφάνεια της Γης.

Ορισμένες από τις λιθосφαιρικές πλάκες χαρακτηρίζονται ως ηπειρωτικές και δομούνται στο επάνω μέρος από ηπειρωτικό φλοιό πάχους 35-70 km και στο κάτω από στερεό μανδυακό υλικό πάχους 35 km. Ορισμένες άλλες χαρακτηρίζονται ως ωκεάνιες πλάκες οι οποίες δομούνται στο επάνω μέρος από ωκεάνιο φλοιό πάχους 5-10 km και στο κάτω από στερεό μανδυακό υλικό πάχους 35 km.

Οι μεγάλες ηπειρωτικές πλάκες της Γης είναι η Ευρασιατική, η Αφρικανική, η Βορειοαμερική, η Νοτιοαμερική, η Ινδο-Αυστραλιανή και η Ανταρκτική.

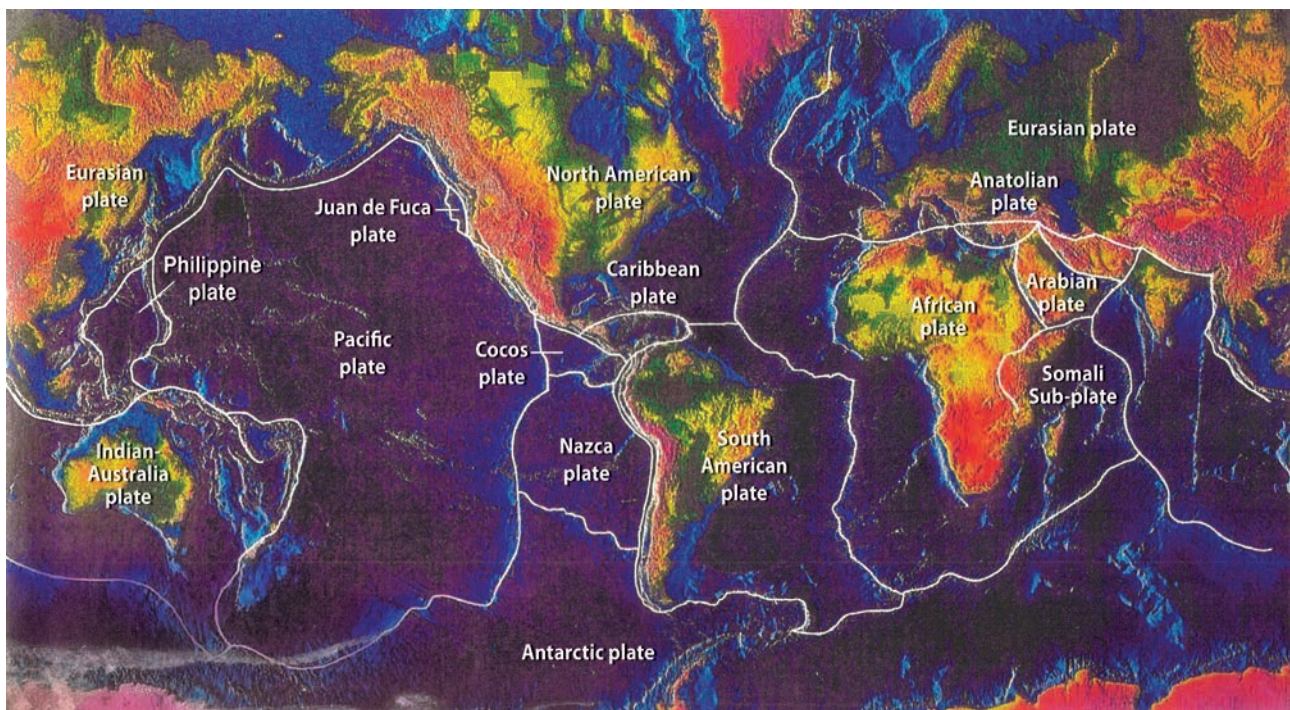
Οι κυριότερες σημερινές μικρές ηπειρωτικές πλάκες είναι η Αραβία, η Ανατολία, η Χουάν ντε Φούκα, η Μαδαγασκάρη κ.ά. (Σχ. 1).

Οι μεγάλες ωκεάνιες πλάκες είναι του Ατλαντικού και του Ινδικού ωκεανού, η Ειρηνική ωκεάνια πλάκα και η πλάκα Nazca επίσης στο Νότιο Ειρηνικό. Μικρότερες είναι οι ωκεάνιες πλάκες των Φιλιππίνων, οι πλάκες Cocos και Καραβαϊκή στην Κεντρική Αμερική κ.ά.

Παρ' όλο ότι επεβλήθη η παραπάνω διάκριση των πλακών που ονοματίζονται αντίστοιχα «ηπειρωτικές» και «ωκεάνιες», στην πραγματικότητα σχεδόν όλες οι πλάκες έχουν ένα τμήμα ηπειρωτικό και ένα ωκεάνιο που κινούνται συνδεδεμένα (Σχ. 2). Η Βορειοαμερικανική πλάκα π.χ. έχει συνδεδεμένο ένα τμήμα του Βόρειου Ατλαντικού ωκεανού που δημιουργήθηκε από το άνοιγμα στη Μεσοωκεάνια ράχη του Ατλαντικού και κινούνται προς τα Δυτικά μαζί. Ανάλογα και η Νοτιοαμερική πλάκα με ένα τμήμα



Σχ. 1. Απεικόνιση των κυριότερων λιθосφαιρικών πλακών της Γης.



Σχ. 2. Το παγκόσμιο σύστημα λιθοσφαιρικών πλακών με απεικόνιση του ωκεάνιου και ηπειρωτικού τμήματος της κάθε πλάκας (Press & Siever, digital image: P. Sloss).

του Νοτίου Ατλαντικού, όπως επίσης η Αφρικανική πλάκα που κινείται Α, ΒΑ με ένα τμήμα του Νοτίου Ατλαντικού. Πιο τυπική περίπτωση είναι βέβαια η Ινδο-Αυστραλιανή πλάκα η οποία έχει ηπειρωτικά τμήματα τις Ινδίες και την Αυστραλία, ενδιάμεσο τμήμα ωκεάνιο του Ινδικού ωκεανού καθώς και ένα ωκεάνιο τμήμα στον Ειρηνικό ωκεανό.

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες δεν ήταν φυσικά ίδιες στο γεωλογικό παρελθόν ούτε είχαν το ίδιο σχήμα με τη σημερινή τους μορφή. Ανασυγκροτήθηκαν από τις αποκλίσεις, συγκλίσεις και συγκρούσεις άλλων λιθοσφαιρικών πλακών σε διάφορους παλιότερους γεωτεκτονικούς κύκλους. Οι συγκλίσεις και συγκρούσεις δημιούργησαν κατά το παρελθόν τις μεγάλες οροσειρές όπως π.χ. την οροσειρά των Άνδεων από τη σύγκλιση και υποβύθιση της πλάκας Nazca με τη Νοτιοαμερικανική πλάκα, τα Βραχώδη Όρη από την πλάγια σύγκλιση της Ειρηνικής ωκεάνιας πλάκας και της Βορειοαμερικανικής και φυσικά τη μεγάλη αλυσίδα οροσειρών από τις Άλπεις έως τα Ιμαλάια από τη σύγκλιση της παλιάς πλάκας Gondwana και άλλων επιμέρους πλακών που αποσπάστηκαν από αυτήν και συγκρούστηκαν με την Ευρασιατική πλάκα. Σ' αυτό το χώρο των συγκλίσεων της Gondwana με την Ευρασία εντάσσεται και η Ελλάδα.

2. Η θέση της Ελλάδας στο Παγκόσμιο γεωτεκτονικό σύστημα

Η σημερινή λοιπόν γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας στο χώρο του ορίου σύγκλισης των λιθοσφαιρικών πλακών Ευρώπης και Αφρικής με τη διαμόρφωση του παγκόσμια γνωστού Ελληνικού τόξου, δίδει αναμφισβήτητα μια ιδιαίτερη βαρύτητα στη γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας κατά τη διάρκεια της γεωλογικής της ιστορίας. Αυτή η εξέλιξη αντικατοπτρίζεται στη γεωλογική δομή του Ελληνικού χώρου, η διαμόρφωση της οποίας είναι αποτέλεσμα πολλών τεκτορογενετικών διεργασιών.

Η σημερινή γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας στο χώρο σύγκλισης των δυο πλακών μπορεί σε γενικές γραμμές να θεωρηθεί ανάλογη με την αντίστοιχη γεωτεκτονική θέση που είχε και στο γεωλογικό παρελθόν. Και τότε δηλαδή βρίσκονταν στον ευρύτερο χώρο όπου ελάμβαναν χώρα οι τεκτονικές διεργασίες στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών Ευρασίας και Γκοντβάνας. Ο χώρος αυτός καλύπτονταν από τη μεγάλη ωκεάνια θάλασσα της Τηθύος η οποία εκτεινόταν σχεδόν από το σημερινό Ατλαντικό ωκεανό μέχρι τον Ειρηνικό, περίπου παράλληλα προς το σημερινό Ισημερινό της Γης. Η ωκεάνια αυτή περιοχή της Τηθύος θάλασσας έπαιξε, όπως θα αναλυθεί λε-

πομερειακά παρακάτω, το βασικότερο ρόλο στη γεωλογική διαμόρφωση των κυριώτερων ορεινών μαζών που σήμερα δεσπόζουν σε ένα μεγάλο μέρος της Γης και στις οποίες ανήκει και η Ελλάδα.

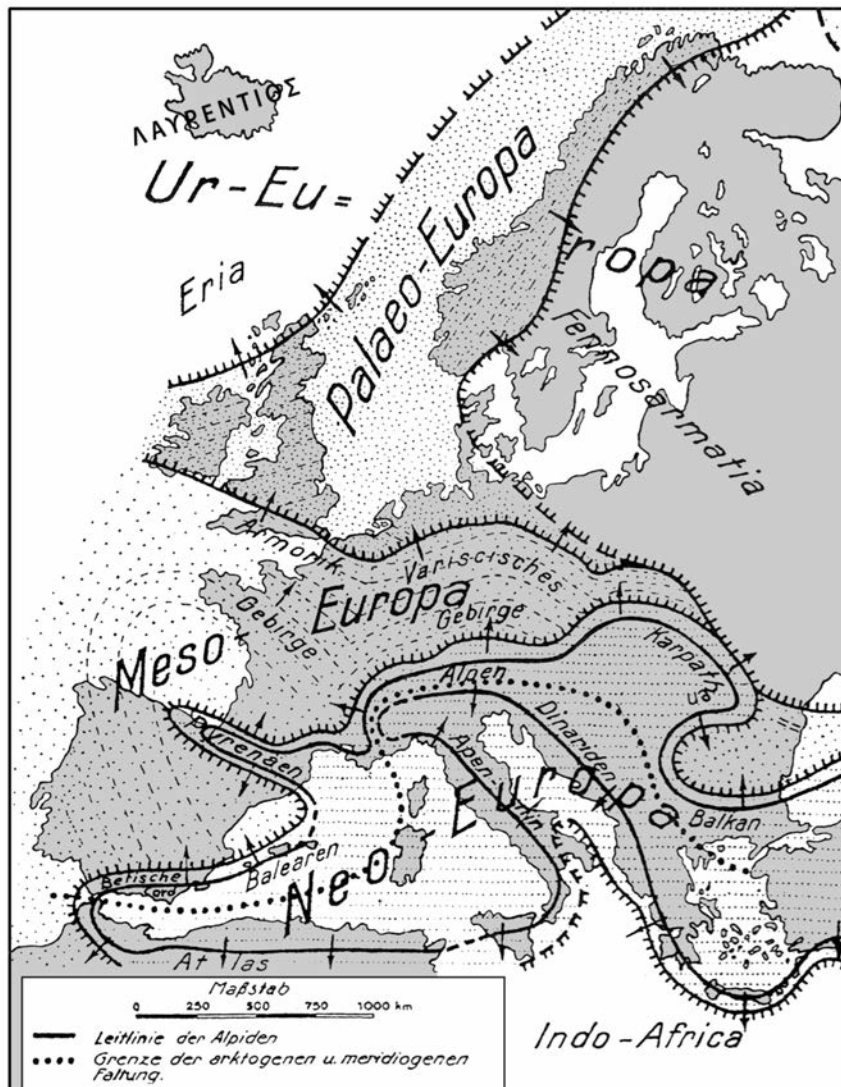
Παρ' όλο που η γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας συνδέεται με τη μεγάλη, ενιαία ορογενετική λωρίδα που εκτείνεται από τις Άλπεις της Ευρώπης μέχρι τα βουνά Ζάγκρος της Περσίας και τα Ιμαλάια της Ασίας, εντούτοις για λόγους καθαρά γεωγραφικού προσανατολισμού αλλά και ιστορικούς των ερευνών έχει συνηθιστεί να αναφέρεται η γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας στον Ευρωπαϊκό χώρο.

3. Γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας στον Ευρωπαϊκό χώρο

Στη διεθνή γεωλογική βιβλιογραφία έχει καθιερω-

θεί η διάκριση του Ευρωπαϊκού χώρου από την άποψη διαμόρφωσης και γεωλογικής εξέλιξης στα παρακάτω επί μέρους τμήματα (Σχ. 3).

- **Την Πανάρχαια Ευρώπη** που την αποτελούν η Φενοσαρμάτιος χώρα (περιοχή Ρωσίας και Ανατολικής Σκανδιναβίας) και η Λαυρέντιος χώρα (περιοχή Ατλαντικού ωκεανού – Ισλανδίας). Τα τμήματα αυτά θεωρούνται ότι είχαν οριστικοποιηθεί κατά τον Προτεροζωικό και αποτέλεσαν στη συνέχεια της γεωλογικής ιστορίας του Ευρωπαϊκού χώρου μεγάλες κρατονικές μάζες.
- **Την Παλαιά Ευρώπη** που περιλαμβάνει κυρίως τη Δυτική Σκανδιναβία και τη Βρετανία και οριστικοποιήθηκε στην Καληδονική ορογένεση του Κάτω Παλαιοζωικού (Κάμβριο – Κάτω Δεβόνιο), από τις συγκρούσεις προγενέστερων λιθοσφαιρικών πλακών.



Σχ. 3. Κλασικό γεωτεκτονικό σκαρίφημα διαίρεσης της Ευρώπης κατά Stille (1924).

- **Τη Μέση Ευρώπη** (Ιβηρική χερσόνησος, Γαλλία, Κεντρική Ευρώπη) που διαμορφώθηκε στην Ερκύνιο (Βαρύσκιο) ορογένεση του Άνω Παλαιοζωικού (Μέσο Δεβόνιο – Πέρμιο), κατ' ανάλογο τρόπο.
- **Τη Νέα Ευρώπη** (Ιταλία, Άλπεις, Βαλκανική χερσόνησος) που θεωρήθηκε ότι σχηματίστηκε από ιζήματα που αποτέθηκαν στο Αλπικό γεωσύγκλινο και τα οποία διαμορφώθηκαν με τις Αλπικές πτυχώσεις κατά την διάρκεια του Μεσοζωικού και Καινοζωικού. Θεωρήθηκε επομένως η Νέα Ευρώπη δημιούργημα της Αλπικής Ορογένεσης.

Η διάκριση αυτή αν και επιβλήθηκε με την παλιά τεκτονική αντίληψη του Stille (1924) εντούτοις για ιστορικούς και πρακτικούς λόγους έχει καθιερωθεί στη γεωλογική βιβλιογραφία.

Η διάκριση αυτή της Ευρώπης δεν σημαίνει βέβαια ότι οι διάφορες ορογενέσεις (Καληδόνια – Ερκύνια – Αλπική) περιορίστηκαν μόνο στα αντίστοιχα τμήματα. Αντίθετα μάλιστα είναι μεγάλες οι μάζες των παλιών (Παλαιοζωικών – Προκαμβρίων) πετρωμάτων που πτυχώθηκαν σε παλιότερες πτυχώσεις και αναγνωρίζονται μέσα σε νεώτερα τμήματα του Ευρωπαϊκού χώρου.

Συγκεκριμένα μέσα στο χώρο της Νέας Ευρώπης, που διαμορφώθηκε στις Αλπικές πτυχώσεις, υπάρχουν μεγάλες μάζες, κρυσταλλικών κυρίως πετρωμάτων, που συνιστούν ιζήματα πτυχωμένα κατά τις Ερκύνιες ή και τις Καληδονικές πτυχώσεις. Αυτών όμως των εμφανίσεων δεν μπορεί να διαπιστωθεί η συνέχεια με τον κύριο χώρο των Ερκυνίων ή Καληδονικών πτυχώσεων διότι βρέθηκαν μέσα στον χώρο της νεότερης Αλπικής ορογένεσης, υπερκαλύφθηκαν από τις νεώτερες παραμορφώσεις και ξαναπτυχώθηκαν με νεώτερα πετρώματα.

Σύμφωνα με την παραπάνω διαίρεση της Ευρώπης, η Ελλάδα όπως και ολόκληρη η Βαλκανική χερσόνησος, ανήκουν στη Νέα Ευρώπη και σχηματίστηκαν με την αλπική ορογένεση.

4. Η αρχική έννοια του Αλπικού γεωσυγκλίνο. Αλπικά-προαλπικά – μεταλπικά ιζήματα

Σύμφωνα λοιπόν με την αρχική αντίληψη και καθιέρωση της παραπάνω γεωτεκτονικής διαίρεσης η Νέα Ευρώπη, όπως είδαμε, είναι δημιούργημα των Αλπικών ορογενετικών διεργασιών και καλύπτεται ως επί

το πλείστον από πετρώματα-ιζήματα που αποτέθηκαν στο χώρο του Αλπικού γεωσυγκλίνο.

Ως Αλπικό γεωσύγκλινο ονομάστηκε η αύλακα του στερεού φλοιού της γης που εκτείνονταν κατά το γεωλογικό παρελθόν από το σημερινό Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι τον Ειρηνικό, παράλληλα προς τον σημερινό Ισημερινό της γης και καλύπτονταν από τη μεγάλη θάλασσα που ονομάστηκε Τηθύς.

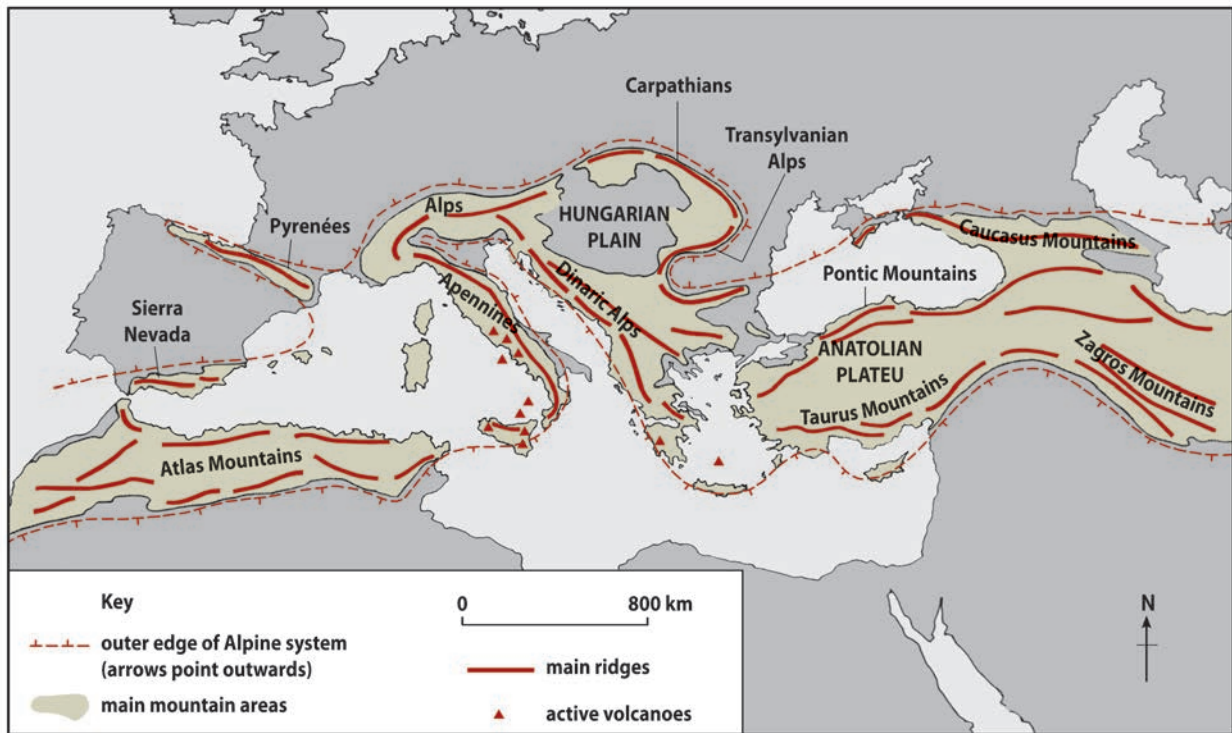
Η λειτουργία του Αλπικού γεωσυγκλίνο θεωρήθηκε ότι άρχισε στην αρχή του Μεσοζωικού (Τριαδικό) με τη σταδιακή επίκλυση της Τηθύος πάνω στην παλιά Ερκύνιο χέρσο, και συνεχίστηκε μέχρι και τον Καινοζωικό.

Με τις διάφορες φάσεις πτυχώσεων που υπέστησαν τα ιζήματα που αποτέθηκαν στο Αλπικό γεωσύγκλινο καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας του έγινε η ορογένεση νέων μεγάλων μαζών δηλαδή ο σχηματισμός της Νέας Ευρώπης, ενός τμήματος της Βόρειας Αφρικής και μεγάλου τμήματος της Νότιας και Κεντρικής Ασίας (Μικρά Ασία, όρη Zagros του Ιράν, Ιμαλάια). Όλες αυτές οι περιοχές από τη Νέα Ευρώπη μέχρι τα Ιμαλάια και την Άπω Ανατολή αποτέλεσαν το Αλπικό ορογενετικό σύστημα (Σχ. 4).

Με τις σημερινές βέβαια αντιλήψεις της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών η έννοια του Αλπικού γεωσυγκλίνο είναι διαφορετική όπως θα αναλυθεί σε επόμενα κεφάλαια. Η Τηθύς ήταν ωκεάνιος χώρος, ή σύστημα ωκεάνιων λεκανών, όμως διατηρήθηκε η ονοματολογία του αλπικού ορογενούς και των αλπικών πτυχώσεων.

Εντός του χώρου της Νέας Ευρώπης, που θεωρείται δημιούργημα της αλπικής ορογένεσης, υπάρχουν πετρώματα, που σχηματίστηκαν πριν από την έναρξη της λειτουργίας του αλπικού κύκλου. Αυτά προσβλήθηκαν και από την αλπική ορογένεση, τουλάχιστον μερικώς, αλλά τότε ήταν ήδη πτυχωμένα από παλιότερες πτυχώσεις. Αυτά τα πετρώματα – παλιά ιζήματα που αποτέθηκαν πριν την έναρξη λειτουργίας του Αλπικού γεωσυγκλίνο, δηλαδή πριν το Τριαδικό, χαρακτηρίζονται συνολικά ως **προαλπικά ιζήματα**.

Όλα τα ιζήματα που αποτέθηκαν στο Αλπικό γεωσύγκλινο και έχουν ηλικία Τριαδική και νεώτερη ονομάζονται **αλπικά ιζήματα**. Το προς τα άνω όριο των αλπικών ιζημάτων δεν καθορίζεται από την ηλικία τους, αλλά από τεκτονικά κριτήρια. Έτσι στα αλπικά ανήκουν και τα νεώτερα ιζήματα που υπέστησαν την τελευταία παροξυσμική φάση της αλπικής



Σχ. 4. Το Αλπικό ορογενετικό σύστημα της Τηθύος στον περι-Μεσογειακό χώρο. Απεικονίζονται γραμμικά οι κυριώτεροι κλάδοι.

ορογένεσης με την οποία αναδύθηκε η αντίστοιχη οροσειρά. Ως το τελευταίο ίζημα που αποθέεται κατά την διάρκεια της ορογένεσης (ανάδυση του όρους) θεωρούνταν παλιότερα ο φλύσχος, ο οποίος έτσι είχε καθορισθεί ως το νεώτερο αλπικό ίζημα ανεξάρτητα από την ακριβή ηλικία που έχει σε κάθε περιοχή. Συγκεκριμένα για τον Ελληνικό χώρο ο φλύσχος έχει παλιότερη ηλικία προς τα Ανατολικά και νεώτερη προς τα Δυτικά αφού η απόθεση του γινόταν κατά την ορογένεση που μεταδιδόταν από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά.

Με τις σύγχρονες απόψεις της ιζηματολογίας ο φλύσχος δεν θεωρείται πλέον ότι αναγκαστικά είναι συνδεδεμένος με τη διαδικασία ορογένεσης-ανάδυσης της οροσειράς, αλλά ότι αντιπροσωπεύει την ιζηματογένεση ειδικών παλαιογεωγραφικών συνθηκών σε βαθιές θαλάσσιες περιοχές που γειτόνευαν με ηπειρωτικές κατωφέρειες. Με τις νέες αυτές αντιλήψεις ο φλύσχος δεν είναι απαραίτητα το τελευταίο αλπικό ίζημα. Ειδικότερα όμως για τη γεωλογία της Ελλάδας, επειδή η ανάπτυξη αυτών των παλαιογεωγραφικών συνθηκών απόθεσης του φλύσχη εξελίχθηκε από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά και συνοδεύτηκε από τη σταδιακή ανάδυση της Ελληνικής οροσειράς προς την ίδια κατεύθυνση, συμβαίνει

πράγματι ο φλύσχος να είναι το τελευταίο αλπικό ίζημα στις κατά τόπους περιοχές – γεωλογικές ζώνες όπως θα δούμε παρακάτω.

Τέλος όλα τα ιζήματα που αποτέθηκαν μετά την ανάδυση της νέας οροσειράς και δεν υπέστησαν τη δράση των αλπικών πτυχώσεων χαρακτηρίζονται ως **μεταλπικά ιζήματα** (μολάσσα και άλλα νεογενή και τεταρτογενή κυρίως ιζήματα).

5. Αλπικό ορογενετικό σύστημα. Ορογενετικό σύστημα της Τηθύος

Σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών ο μηχανισμός της Αλπικής ορογένεσης, οφείλεται στην σύγκρουση των δύο ηπειρωτικών πλακών, της Ευρασίας και της Γκοντβάνας, σύγκρουση που προκάλεσε την πύκωση των ιζημάτων που αποτέθηκαν στον ωκεανό της Τηθύος, που χώριζε τις δύο ηπείρους. Τα πτυχωμένα νέα ιζήματα μαζί με τμήματα του κατεστραμμένου ωκεάνιου πυθμένα της Τηθύος (μανδουακό υλικό) συγκολλήθηκαν στον ηπειρωτικό φλοιό των περιθωρίων των δυο ηπειρωτικών πλακών και σχημάτισαν τις αλυσίδες ορέων του Αλπικού ορογενετικού συστήματος. Για το Μεσογειακό χώρο οι αντίστοιχες

οροσειρές είναι της Νότιας Ευρώπης (νότιο περιθώριο της Ευρασίας) και της Βόρειας Αφρικής τα όρη του Ατλάντα (βόρειο περιθώριο της Γκοντβάνας).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως γίνεται αντιληπτό ότι βασικό ρόλο στην εξέλιξη του Αλπικού ορογενετικού συστήματος διεδραμάτισε η Τηθύς θάλασσα. Για το λόνο αυτό αναφέρεται και ως ορογενετικό σύστημα της Τηθύος (Σχ. 5), που αποτελεί ένα ευρύτερο όρο δεδομένου ότι όπως θα αναπτυχθεί σε επόμενα κεφάλαια το ορογενετικό αυτό σύστημα της Τηθύος είναι σύνθετο.

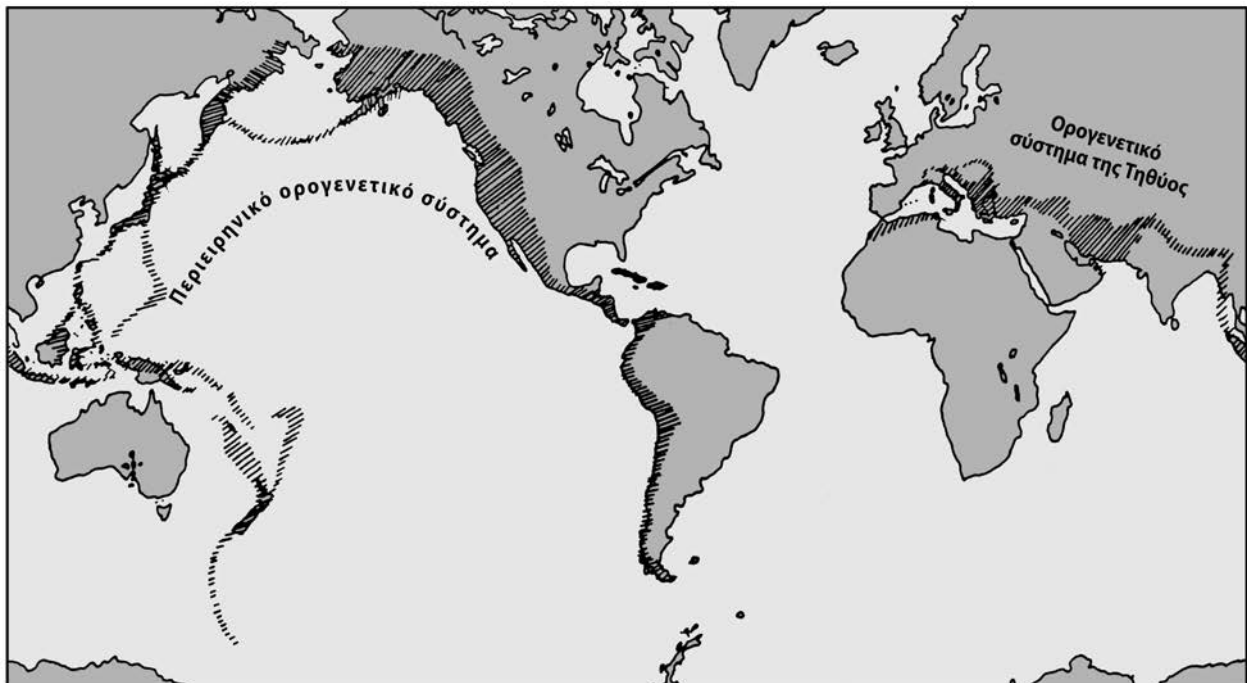
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρόμοιας ηλικίας, Μεσοζωικού-Καινοζωικού, ορογενετικό σύστημα με αυτό της Τηθύος είναι και το ονομαζόμενο Περιεირηνικό ορογενετικό σύστημα (Circum Pacific Orogenic system), το οποίο περιλαμβάνει τις οροσειρές των Άνδεων στη Νότια Αμερική, τα Βραχώδη όρη της Βόρειας Αμερικής, τα Νησιωτικά τόξα Ιαπωνίας, Ινδονησίας και Αλεουτιών νήσων. Το ορεινό συγκρότημα των Άνδεων είναι η ορογενετική λωρίδα αποτέλεσμα της σύγκλισης της ωκεάνιας πλάκας Nazca (στο Νότιο Ειρηνικό) με την ηπειρωτική πλάκα της Νότιας Αμερικής και βύθιση της πρώτης κάτω από τη δεύτερη. Επίσης ο σχηματισμός των Βραχωδών ορέων στη Βόρεια Αμερική οφείλεται στη σύγκλιση της Ειρηνικής με τη Βόρειο αμερικανική πλάκα. Τέλος στη σύγκλιση της Ειρηνι-

κής ωκεάνιας πλάκας με το πολύπλοκο ανατολικό περιθώριο της Ευρασιατικής ηπείρου οφείλουν τη δημιουργία τους πολλά νησιωτικά τόξα όπως της Ιαπωνίας κ.ά.

Τα δύο ορογενετικά συστήματα, της Τηθύος και το Περιεირηνικό, αναφέρονται μερικές φορές ότι ανήκουν στον κοινό Αλπικό γεωτεκτονικό κύκλο και ονομάζονται μάλιστα μαζί "Αλπικό ορογενετικό σύστημα". Συνηθέστερος όμως είναι ο καθορισμός ως "Αλπικού ορογενετικού συστήματος" του συστήματος της Τηθύος και η διάκριση του από το Περιεირηνικό. Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι και τα δύο συστήματα έχουν την ίδια ηλικία γεωτεκτονική εξέλιξη και είναι και τα δύο σήμερα ενεργά.

Από τον υπολογισμό των πτυχωμένων Αλπικών ιζημάτων, των οφειλιθικών πετρωμάτων που προέρχονται από την καταστροφή του ωκεάνιου πυθμένα και των αντίστοιχων τεκτονικών καλυμμάτων που δομούν τις ορεινές μάζες του Αλπικού ορογενετικού συστήματος, είναι δυνατό να εκτιμηθεί περίπου η πιθανή έκταση ανάπτυξης του ωκεανού της Τηθύος. Αυτονόητο είναι ότι η σημερινή έκταση των παραπάνω πετρωμάτων είναι πάρα πολύ μικρότερη λόγω της συρρίκνωσης και σύνθλιψης που υπέστησαν ανάμεσα στις δύο συγκρουόμενες ηπειρωτικές πλάκες Ευρασίας και Γκοντβάνας.

Σύμφωνα λοιπόν με τους παραπάνω υπολογι-



Σχ. 5. Τα ορογενετικά συστήματα Μεσοζωικού-Καινοζωικού σε παγκόσμια κλίμακα.



Σχ. 6. Σκαρίφημα που δείχνει το χώρο ανάπτυξης και το σχήμα της θάλασσας της Τηθύος σε σχέση με την Παγγαία ήπειρο και την Πανθάλασσα.

σμούς πιστεύεται ότι ο ωκεανός της Τηθύος αναπτύχθηκε στο χώρο ανάμεσα στην Ευρασία και την Γκοντβάνα, αλλά πριν αποχωρισθούν από την τελευταία οι μικροπλάκες της Απουλίας, της Αραβίας, της Μαδαγασκάρης και των Ινδιών. Η θέση και το πιθανό σχήμα του ωκεανού της Τηθύος φαίνονται στο σχήμα 6.

Η αρχική δημιουργία της Τηθύος ανάγεται στο Ανώτερο Παλαιοζωικό, πιθανότατα το Πέρμιο, όταν έγινε και ο αρχικός τεμαχισμός της Παγγαίας της ενιαίας δηλαδή ηπείρου της Γης. Μετά την αρχική ηπειρωτική διάρρηξη της Παγγαίας στο Πέρμιο άρχισε και η σταδιακή απομάκρυνση της Λαυρασίας πλάκας που αποτέλεσε το Βόρειο ηπειρωτικό μεγατέμαχος της Παγγαίας από την πλάκα της Γκοντβάνας που ήταν το Νότιο ηπειρωτικό μεγατέμαχος. Αποτέλεσμα της απομάκρυνσης ήταν η συνεχής ανάπτυξη του ωκεανού της Τηθύος που έφθασε το μέγιστο την περίοδο Τριαδικού – Ιουρασικού.

Η θάλασσα της Τηθύος πιστεύεται ότι στην περίοδο της πλήρους της ανάπτυξης είχε γωνιώδες σχήμα V κλειστό προς τα Δυτικά στην Ευρώπη και ανοιχτό προς τα Ανατολικά αποτελώντας ουσιαστικά τμήμα της λεγόμενης Πανθάλασσας, που κατ'αντιστοιχία προς την Παγγαία ήπειρο θεωρείται ότι ήταν η ενιαία θάλασσα (ενωμένοι όλοι οι ωκεανοί) της Γης. Έτσι λοιπόν η Τηθύς θάλασσα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ότι παλαιογεωγραφικά αποτελούσε ένα γιγαντιαίο θαλάσσιο κόλπο της Πανθάλασσας στην Παγγαία.

Μετά την πλήρη του ανάπτυξη και την λειτουρ-

γία του επί εκατομμύρια χρόνια, ο ωκεάνιος χώρος της Τηθύος άρχισε να συμπιέζεται από την βαθμιαία προσέγγιση των ηπείρων Ευρασίας και Γκοντβάνας που προήλθε από την αλλαγή του Παγκοσμίου γεωδυναμικού πλαισίου. Από τη συμπίεση αυτή και την τελική σύγκρουση των δύο ηπείρων ο ωκεανός της Τηθύος οδηγήθηκε στη βαθμιαία καταστροφή και εξαφάνισή του, που άρχισε από την περίοδο Άνω Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού.

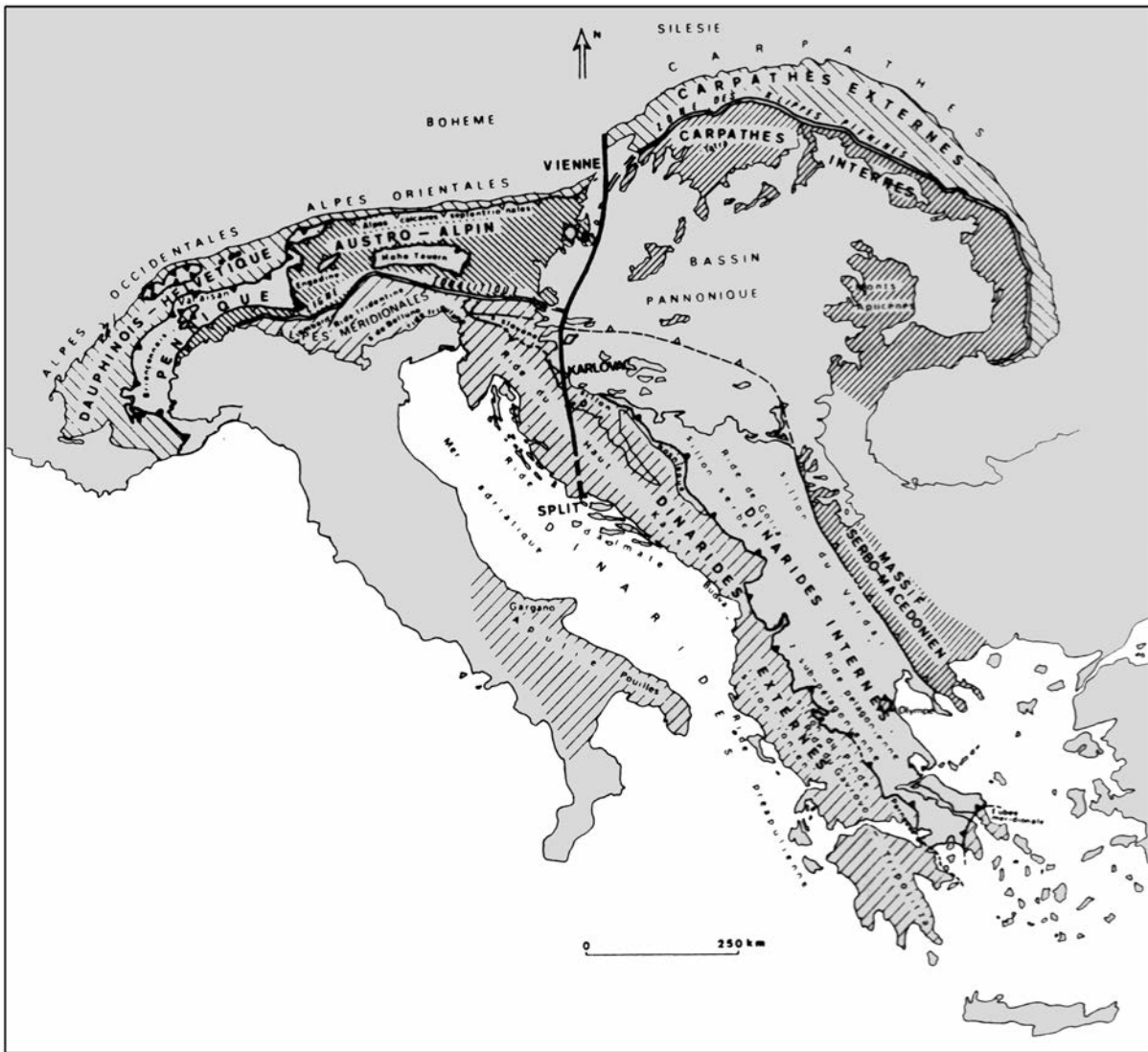
Σύμφωνα με τις σύγχρονες απόψεις η συμπίεση-εξαφάνιση της Τηθύος δεν προήλθε από μια γενική και ενιαία σύγκλιση Ευρασίας – Γκοντβάνας, αλλά από την διαδοχική αποκόλληση-απομάκρυνση ηπειρωτικών τεμαχίων από την Γκοντβάνα (Κιμμέρια, Ινδίες, Αραβική και Απουλία μικροπλάκα), τα οποία κινήθηκαν με μεγαλύτερη σχετική ταχύτητα προς Βορρά και συγκρούσθηκαν με την Ευρασία.

Αιτία της αλλαγής του Παγκοσμίου γεωδυναμικού πλαισίου που οδήγησε στην προσέγγιση Ευρασίας – Γκοντβάνας, ήταν το άνοιγμα του Ατλαντικού ωκεανού, που άρχισε το Άνω Ιουρασικό και προκάλεσε την βαθμιαία απομάκρυνση της Αφρικής από τη Νότια Αμερική με αποτέλεσμα τη σχετική κίνηση της Αφρικής προς την κατεύθυνση της Ευρασίας.

6. Διάρθρωση των Αλπικών ορέων

Τα στρώματα που αναδύθηκαν με την αλπική ορογένεση διαρθρώθηκαν σε πολύπλοκο σύστημα οροσειρών που ονομάσθηκε **αλπικό σύστημα αλύσεων ορέων** (Σχ. 4, 7, 8).

Στον Ευρωπαϊκό χώρο διακρίνονται δύο μεγά-



Σχ. 7. Γεωτεκτονικό σκαρίφημα του Αλπικού συστήματος στο οποίο διακρίνονται οι δύο κλάδοι και αναλύεται ιδιαίτερα ο Διναρικός κλάδος. (Κατά Chorowicz 1977).

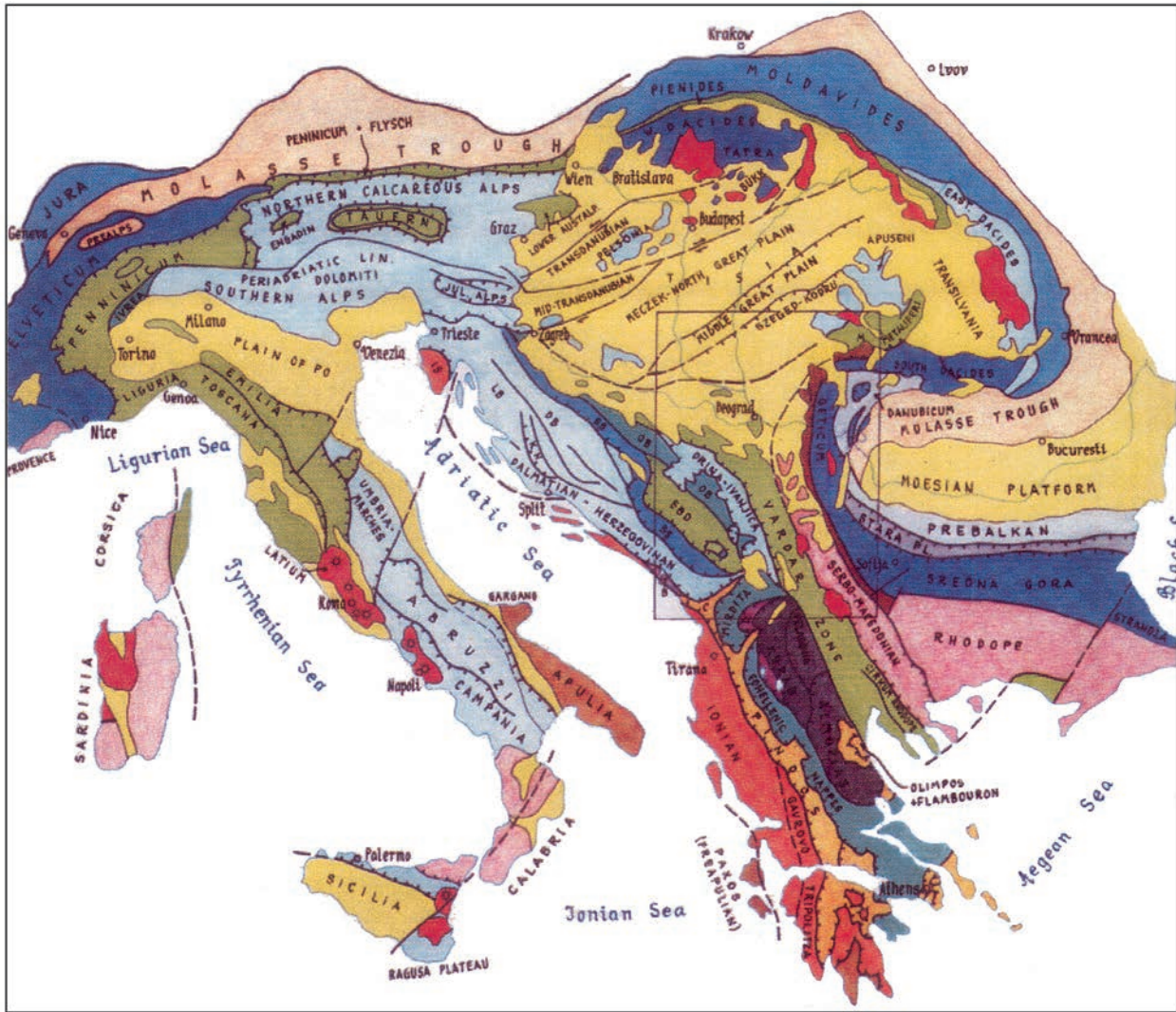
λοι κλάδοι αυτού του συστήματος: 1) **ο Αλπιδικός κλάδος** που περιλαμβάνει τις οροσειρές Βόρειες Άλπεις Ελβετίδες, Πεννίδες, Καρπάθια, Βαλκάν και συνεχίζεται στην Ποντιακή άλυσο της Μικράς Ασίας, 2) **ο Διναρικός κλάδος** που περιλαμβάνει μέρος των Απεννίνων, τις νότιες Άλπεις, τις Διναρικές Άλπεις και συνεχίζεται στην Ασία με τις Ταυρίδες οροσειρές και τα όρη Zagros (Ιράν).

Μεταξύ των δύο κλάδων, περιβαλλόμενη απ' αυτούς, βρίσκεται η μάζα της Ροδόπης που συνίσταται κυρίως από παλιά κρυσταλλικά πετρώματα. (Σχ. 8). Σύμφωνα με τις παλιές αντιλήψεις η Ροδόπη αποτελεί ένα μεσαίο κλάδο, ή ένα ενδιάμεσο παλιό πυρήνα που δεν έχει σχέση με την αλπική ορογένεση. Σύμφωνα όμως με τις σημερινές απόψεις και η Ρο-

δόπη αποτελεί τμήμα του Ορογενετικού Συστήματος της Τηθούς.

Οι παραπάνω δύο βασικοί κλάδοι περιλαμβάνουν μεγάλες οροσειρές και συνιστούν μεγάλες γεωτεκτονικές μονάδες. Οι επί μέρους οροσειρές κάθε κλάδου υποδιαιρούνται σε μικρότερες γεωτεκτονικές μονάδες τις ονομαζόμενες «γεωτεκτονικές ζώνες» ή απλά «γεωλογικές ζώνες».

Έτσι η οροσειρά Βαλκάν π.χ. στη Βουλγαρία υποδιαιρείται στις επί μέρους ζώνες: Kraiste, Stredna Gora, Εσωτερική Βαλκανική (ή Stara Planina), Εξωτερική Βαλκανική (ή Προβαλκάνιος). Επίσης οι Ελληνικές οροσειρές υποδιαιρούνται σε πολλές επί μέρους ζώνες με τις οποίες και θα ασχοληθούμε λεπτομερώς στη συνέχεια (Σχ. 8).



Σχ. 8. Γεωτεκτονικό σχήμα ανάλυσης του Αλπικού συστήματος στη Νότια Ευρώπη. Διακρίνεται ο Αλπιδικός Κλάδος με τις οροσειρές Ελβετίδες, Βόρειες Άλπεις, Πενίδες, Καρπάθια και Βαλκάν, ο Δυναρικός Κλάδος με τα Απέννινα, τις Νότιες Άλπεις και τις Δυναρικές Άλπεις. Διακρίνονται επίσης οι κυριώτερες γεωλογικές ζώνες των επί μέρους οροσειρών.

Οι γεωτεκτονικές ζώνες υποδιαιρούνται πολλές φορές σε υποζώνες ή σε ακόμη μικρότερες γεωτεκτονικές μονάδες τις «γεωλογικές ενότητες» (ή ενότητες σχηματισμών), οι οποίες περιλαμβάνουν επί μέρους «σειρές πετρωμάτων».

7. Διάταξη των Ελληνικών οροσειρών

Οι Δυναρικές Άλπεις, που ανήκουν στον Δυναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος αλύσεων ορέων, περιλαμβάνουν τις Δυναρίδες οροσειρές στην Αλβανία και Γιουγκοσλαβία και τις Ελληνίδες οροσειρές στην Ελλάδα.

Οι Δυτικές Ελληνικές οροσειρές με την Πίνδο κατέχουσα δεσπόζουσα θέση και με βασική διάταξη BBD–NNA, που ονομάζεται «Δυναρική διεύθυνση»,

προεκτείνονται από το Βόρειο άκρο της χώρας προς Νότον μέχρι την Κρήτη. Εκεί ο ορογραφικός άξονας κάμπτεται αποκτώντας Δ–Α διεύθυνση και μετά ΝΔ–ΒΑ, συνεχίζεται στα Δωδεκάνησα και ενώνεται με τις Ταυρίδες οροσειρές (Νότια Τουρκία) αποκτώντας πάλι διεύθυνση Α–Δ.

Έτσι στο σύνολο τους οι Δυναρίδες, Ελληνίδες και Ταυρίδες οροσειρές, με την τροποποίηση αυτή της διεύθυνσης τους, σχηματίζουν ένα ορογραφικό τόξο που ονομάζεται «**Δυναροταυρικό τόξο**».

Την ίδια διάταξη παρουσιάζουν πιο Ανατολικά στον Ελληνικό χώρο και οι πιο εσωτερικές Ελληνικές οροσειρές Βόρας, Βέρμιον, Πιέρια, Όλυμπος, Όσσα, Πήλιο, οι οποίες σχηματίζουν μια συνεχόμενη ορεινή γραμμή διεύθυνσης BBD–NNA από τα



Σχ. 9. Γεωγραφικό σχήμα με τις κυριώτερες οροσειρές της Ελλάδας με τη Διναρική ΒΒΔ–ΝΝΑ διάταξη.

Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα προς το Αιγαίο όπου επίσης κάμπτονται προς τα Ανατολικά και συνεχίζονται στη Μ. Ασία με διεύθυνση ΒΑ.

Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται δύο μεγάλα ορειογραφικά τόξα που περικλείουν τη μάζα της Ροδόπης, η οποία σύμφωνα με αυτή τη διάταξη μπορεί να θεωρηθεί ένας πυρήνας.

Η διάταξη των Ελληνικών οροσειρών είναι αποτέλεσμα της τεκτονικής εξέλιξης του Ελληνικού χώρου, στην οποία κύριο ρόλο έπαιξαν οι Αλπικές πτυχώσεις όπως θα δούμε παρακάτω, αλλά και τελική σύγκλιση και υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας

κάτω από την Ευρασιατική και η δημιουργία του γνωστού Ελληνικού ή Αιγαιακού τόξου που ουσιαστικά είναι το ίδιο το Διναροταυρικό τόξο, το οποίο πήρε την οριστική του μορφή από την πιο πρόσφατη σύγκλιση των δύο μεγάλων πλακών.

8. Προαλπική, Αλπική Ελλάδα

Ο Ελληνικός χώρος, όπως είδαμε, ανήκει στη Νέα Ευρώπη και κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού – Καινοζωικού, καλύπτονταν από την Τηθύ θάλασσα.

Τα μεγάλοι πάχους ιζήματα που αποτέθηκαν

εκείνες τις περιόδους στον θαλασσεύοντα τότε Ελληνικό χώρο δημιούργησαν στη συνέχεια με την αλπική ορογένεση τις Ελληνικές οροσειρές που συνιστούν την **Αλπική Ελλάδα**.

Σ' αυτούς τους ορεινούς όγκους ανευρίσκονται σήμερα πλην των αλπικών ιζημάτων και μεγάλες μάζες παλιότερων πετρωμάτων (ηλικίας Παλαιοζωικής ή και Προκάμβριας) αντιπροσωπεύοντα προαλπικά πετρώματα. Συγκεκριμένα έχει διαπιστωθεί σε πολλές περιοχές της Ελλάδας ότι τα πρώτα αλπικά ιζήματα (ηλικίας Τριαδικού) επικάθονται με ασυμφωνία πάνω σε κρυσταλλοσχιτώδη πετρώματα, τα οποία φυσικά έχουν προτριαδική ηλικία και αποτελούν προαλπικά ιζήματα που πτυχώθηκαν κατά τις Ερκύνιες πτυχώσεις του Άνω Παλαιοζωικού. Βρέθηκαν επίσης και βεβαιωμένα με απολιθώματα στρώματα του Παλαιοζωικού, όπως θα δούμε στη συνέχεια λεπτομερέστερα, στην Χίο, Κω, Εύβοια και αλλού.

Υπήρχε λοιπόν προαλπικό υπόβαθρο στον Ελληνικό χώρο και όπως φαίνεται από την εξάπλωση των κρυσταλλοσχιτωδών πετρωμάτων, αυτό πρέπει να ήταν αρκετά εκτεταμένο και το ονομάζουμε γενικά **Προαλπική Ελλάδα**.

Στην πραγματικότητα όμως τα παλαιοζωικά ή και προκαμβρία αυτά πετρώματα, που θεωρούμε ως προαλπικό υπόβαθρο, αποτελούν τμήματα του ηπειρωτικού φλοιού των παλιών ηπειρωτικών λιθοσφαιρικών πλακών της Γκοντβάνα και της Ευρασίας, τα οποία κατά τα διάφορα στάδια της σύγκλισης των δύο πλακών αποσπάστηκαν από αυτές, συμπτυχώθηκαν με τα πετρώματα του ωκεανού της Τηθύος (αλπικά ιζήματα και οφειόλιθοι του ωκεάνιου πυθμένα), μετακινήθηκαν (επωθήθηκαν) μαζί με αυτά υπό μορφή τεκτονικών καλυμμάτων κατά την τελική σύγκρουση και βρίσκονται σήμερα μετά την τελική ορογένεση – ανάδυση ως «προαλπικό υπόβαθρο» και επικείμενα «αλπικά πετρώματα».

9. Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας

Οι Ελληνικές οροσειρές, που ανήκουν στον Διναρικό κλάδο του Αλπικού συστήματος, υποδιαιρούνται σε γεωτεκτονικές ζώνες οι οποίες συνηθίστηκε να λέγονται απλά «Ελληνίδες ζώνες».

Τα τεκτονικά σχήματα που είχαν προταθεί μέχρι το 1970 για τη διαίρεση του Ελληνικού χώρου σε γεωτεκτονικές ζώνες στηρίχθηκαν βασικά σε μια υποθετική Αλπική παλαιογεωγραφία διά μέσου του δυαδικού συστήματος αυλάκων – ράχων όπως δια-

μορφώθηκε στη θεωρία του Αλπικού γεωσυγκλίνου από τον Aubouin (1965).

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή το Ελληνικό γεωσύγκλινο, που άρχισε να λειτουργεί από το Τριαδικό σαν τμήμα του τεράστιου αλπικού γεωσυγκλίνου, είχε στον πυθμένα του μικρές και μεγάλες υποθαλάσσιες ράχες που διαχωρίζαν βαθιές και βαθύτερες αύλακες. Το σύστημα αυτό των εναλλασσόμενων υποθαλάσσιων αυλάκων και ράχων θεωρήθηκε ως δημιουργήμα προγενέστερων (Ερκύνιων) πτυχώσεων, το οποίο όμως υπέστη διάφορες τροποποιήσεις κατά τη διάρκεια της αλπικής ιζηματογένεσης, προερχόμενες από τη δράση ενδογενών δυνάμεων που πολλές φορές είχαν σαν αποτέλεσμα την προσωρινή ανάδυση ορισμένων τμημάτων του πυθμένα της Τηθύος.

Με βάση το παραπάνω εναλλασσόμενο σύστημα αυλάκων και ράχων ο Ελληνικός χώρος διακρίθηκε σε ισοπικές ζώνες, διάκριση που αντανακλά την παλαιογεωγραφική κατάσταση κάθε μιας ζώνης και στηρίζεται φυσικά στα αλπικά ιζήματα. Η κάθε ζώνη έχει αλπικά ιζήματα του ίδιου βάθους, δηλαδή βαθιές θάλασσας, (πελαγικά-αβυσσικά) οι αύλακες ή ριχές θάλασσας (νηριτικά) οι υποθαλάσσιες ράχες (υβώματα).

Με την ανάπτυξη της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής και τα μοντέλα που προτάθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες για τη γεωδυναμική εξέλιξη του Αλπικού συστήματος, το θέμα της διαίρεσης σε γεωτεκτονικές ζώνες έχει πάρει άλλη διάσταση. Η διάκριση της μιας ζώνης από την άλλη στηρίζεται στον ιδιαίτερο ρόλο της κάθε μιας στο σύστημα γεωδυναμικής εξέλιξης και ο ρόλος αυτός μεταφράζεται ως ένα βαθμό σε κάποια συγκεκριμένη παλαιογεωγραφική θέση.

Έτσι σύμφωνα με τις σήμερα επικρατούσες απόψεις, που κατά κάποιο τρόπο αποτελούν την αναμόρφωση των κλασικών γεωλογικών απόψεων περί γεωσυγκλίνου προσαρμόζοντας αυτές σύμφωνα με τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών, κάθε γεωτεκτονική ζώνη συνίσταται από μια ορισμένη στρωματογραφική διαδοχή των ιζημάτων της, από τους ιδιαίτερους λιθολογικούς χαρακτήρες της και από την ιδιαίτερη τεκτονική της συμπεριφορά, στοιχεία γενικά που εξαρτώνται και από την παλαιογεωγραφική της θέση αλλά κυρίως από τη γεωτεκτονική της θέση, τη γεωδυναμική κίνηση και την τεκτονική παραμόρφωση κάθε μιας.

Περιοχές που ανήκουν στην ίδια ζώνη έχουν τις

παραπάνω έννοιες ταυτόσημες ή παραπλήσιες.

Οι Ελληνικές γεωτεκτονικές ζώνες (ή Ελληνίδες ζώνες), όπως διαμορφώθηκαν μέχρι σήμερα ύστερα από τις παραπάνω σύγχρονες αντιλήψεις, είναι από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά οι εξής (Σχ. 10).

- 1) Η μάζα της Ροδόπης
- 2) Η Σερβομακεδονική μάζα (ή ζώνη)
- 3) Η Περιροδοπική ζώνη
- 4) Η ζώνη Αξιού (Υποδιαιρείται στις υποζώνες Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας).
- 5) Η Πελαγονική ζώνη
- 6) Η Αττικό – Κυκλαδική ζώνη
- 7) Η Υποπελαγονική ζώνη ή ζώνη «Ανατολικής Ελλάδας»
- 8) Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας
- 9) Η ζώνη Ωλονού – Πίνδου
- 10) Η ζώνη Γαβρόβου – Τρίπολης
- 11) Η Αδριατικοϊόνιος ζώνη (ή απλά Ιόνιος ζώνη)
- 12) Η ζώνη Παξών ή Προαπουλία

Εκτός από τις παραπάνω δώδεκα ζώνες σαν διακριτές γεωτεκτονικές μονάδες αναφέρονται επίσης η Ενότητα «Πλακωδών ασβεστολίθων – Ταλέα όρη» (Plattenkale που μάλλον ανήκει στην Αδριατικοϊόνιο ζώνη, καθώς και η Ενότητα Βοιωτίας, που πιθανόν είναι τμήμα της Υποπελαγονικής ζώνης.

Οι δύο αυτές γεωτεκτονικές μονάδες έχουν προταθεί από ορισμένους επιστήμονες και ως ανεξάρτητες ζώνες αλλά υπάρχει αμφισβήτηση για το χαρακτηρισμό αυτό και η επικρατούσα άποψη είναι ότι αποτελούν απλά «γεωλογικές ενότητες».

Υπάρχει ακόμη στην Κρήτη και τη Νότια Πελοπόννησο μια «Ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών» υποκείμενη τεκτονικά των αλπικών ιζημάτων της ζώνης Γαβρόβου – Τρίπολης, η οποία θεωρείται ανεξάρτητη Ενότητα πετρωμάτων χωρίς να έχει ακόμη διευκρινισθεί η γεωτεκτονική της τοποθέτηση ή αν ανήκει σε κάποια από τις Ελληνίδες ζώνες.

Μια βασική διάκριση των παραπάνω γεωτεκτονικών ζωνών της Ελλάδας που έχει επιβληθεί στη γεωλογική ορολογία είναι σε «Εσωτερικές Ελληνίδες» και σε «Εξωτερικές Ελληνίδες». Εσωτερικές Ελληνίδες θεωρούνται οι ζώνες: Περιροδοπική, Αξιού, (Υποζώνες Παιονίας, Πάικου, Αλμωπία), Πελαγονική, Αττικοκυκλαδική και Υποπελαγονική, ενώ Εξωτερικές Ελληνίδες οι ζώνες Παρνασσού – Γκιώνας, Ωλονού – Πίνδου, Γαβρόβου – Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος και

Παξών. Τέλος οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής θεωρούνται ότι αποτελούν την «Ελληνική Ενδοχώρα» τμήμα του παλιού πυρήνα που όπως προαναφέρθηκε περιβαλόταν από τους δύο αλπικούς κλάδους.

Οι ονομασίες, Εσωτερικές και Εξωτερικές ζώνες, οφείλονται στο ότι οι πρώτες κατέχουν τα εσωτερικά τόξα των Ελληνίδων οροσειρών, ενώ οι δεύτερες τα εξωτερικά. Η διάκρισή τους όμως στηρίχθηκε στο γεγονός ότι οι Εσωτερικές Ελληνίδες υπέστησαν τη δράση μιας Ανωουρασιακής – Κατωκρητιδικής, πρώιμης ορογενετικής δράσης η οποία δεν επέδρασε στις Εξωτερικές Ελληνίδες. Οι τελευταίες επηρεάστηκαν μόνο από την τελική ορογένεση του Τριτογενούς.

Στις Εσωτερικές ζώνες έχουν μεγάλη εξάπλωση τα μεταμορφωμένα πετρώματα, που αντιπροσωπεύουν προαλπικά πετρώματα αλλά και αλπικά ιζήματα Τριαδικού – Ιουρασικού, καθώς επίσης υπάρχει μεγάλη εξάπλωση πυριγενών πετρωμάτων τόσο Μεσοζωικής – Τριτογενούς ηλικίας όσο και Παλαιοζωικής. Αντίθετα από τις Εξωτερικές ζώνες απουσιάζουν τα μεταμορφωμένα πετρώματα του προαλπικού υπόβαθρου με, μόνη εξαίρεση την Ενότητα Φυλλιτών – Χαλαζιτών στην Κρήτη και τη Νότια Πελοπόννησο που βρίσκονται τεκτονικά κάτω από τα αλπικά ιζήματα της ζώνης Γαβρόβου – Τρίπολης τα οποία όμως δεν θεωρούνται ότι ανήκουν στη ζώνη αυτή.

Απουσιάζουν επίσης από τις Εξωτερικές ζώνες και τα πυριγενή πετρώματα με μόνη εξαίρεση ορισμένα ηφαιστειακά υλικά που παρατηρούνται στη ζώνη Ωλονού – Πίνδου ηλικίας Τριαδικού.

Εκτός από τη διάκριση σε Εσωτερικές και Εξωτερικές ζώνες που εξακολουθεί να θεωρείται βασική για τις Ελληνικές ζώνες, πριν από τριάντα χρόνια προτάθηκε και μια άλλη διάκριση του Ελληνικού χώρου που αναφέρεται μερικές φορές από ορισμένους συγγραφείς και η οποία περιλαμβάνει τις παρακάτω γεωτεκτονικές μονάδες:

- 1) Την «Ελληνική Ενδοχώρα» με τις κρυσταλλικές μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής.
- 2) Τις ζώνες Περιροδοπική και Αξιού με τις τρεις υποζώνες Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας.
- 3) Τα «Εσωτερικά Ελληνικά τεκτονικά καλύμματα» που είναι το σύνολο των οφειλιολιθικών εμφανίσεων της Ελλάδας.
- 4) Τα «Κεντρικά Ελληνικά τεκτονικά καλύμματα» που περιλαμβάνουν τις ζώνες Πελαγονική, Υποπελαγονική, Παρνασσού, Πίνδου, καθώς και μια