



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

12

Από το Παρελθόν στο Σήμερα

12.1 Αναπαράσταση των Ηπείρων κατά το Παρελθόν

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της σύγχρονης Γεωλογίας είναι η αναπαράσταση και ανακατασκευή των ηπείρων και των ωκεανών, με άλλα λόγια των λιθοσφαιρικών πλακών, κατά το παρελθόν. Στην ουσία αφορά στην αναπαράσταση των γεγονότων που οδήγησαν στη συγκέντρωση των επιμέρους ηπείρων σε μια μεγα-ήπειρο, γνωστή με το όνομα Παγγαία, και τον μετέπειτα κατακερματισμό της στις ηπείρους που γνωρίζουμε σήμερα.

Η Παγγαία ήταν η μόνη ήπειρος που υπήρχε κατά το κλείσιμο του Παλαιοζωϊκού αιώνα, περίπου πριν 250 εκατομμύρια έτη. Σχηματίστηκε από τη σύγκρουση και συγκόλληση των μικρότερων ηπείρων που υπήρχαν κατά το Παλαιοζωϊκό, που φυσικά ήταν διαφορετικές από αυτές που γνωρίζουμε σήμερα.

Ο ωκεάνιος φλοιός της εποχής εκείνης, που είχε καταγράψει τα γεγονότα της κίνησης, καταστράφηκε στις ζώνες υποβύθισης που λειτουργούσαν κατά το Παλαιοζωϊκό. Τα στοιχεία που θα δώσουν πληροφορίες σχετικά με την τότε κινηματική

των πλακών και την εξέλιξη των τότε παλαιο-ηπείρων, μπορούν, ως εκ τούτου, να αναζητηθούν μόνο στις σημερινές ηπείρους, δηλαδή στα τμήματα εκείνα όπου απαντώνται παλαιά ορογενή, όπως τα Απαλάχια στη Βόρεια Αμερική, οι Καλιδονίδες στη Βόρεια Ευρώπη και τα Ουράλια, που χωρίζουν την Ευρώπη από την Ασία.

Σε πολλές περιοχές, τελείως ξένες (εξωτικές; αλλόχθονες;), ακολουθίες πετρωμάτων αποκαλύπτουν παλαιά επεισόδια ταφρογένεσης, δημιουργίας ωκεανών, υποβύθισης και σύγκρουσης. Οι πετρολογικοί τύποι και τα απολιθώματα αποκαλύπτουν, επίσης, την κατανομή των παλαιών θαλασσών, των παλαιών παγετώνων, των παλαιών ορέων και πεδινών εκτάσεων, καθώς και τις παλαιοκλιματικές συνθήκες. Η γνώση του παλαιοκλίματος βοηθά τους γεωλόγους να προσδιορίσουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες στις οποίες σχηματίστηκαν τα διάφορα ηπειρωτικά τεμάχια, γεγονός που στην ουσία βοηθά να ολοκληρωθεί το "παζλ" των παλαιο-ηπείρων. Όπως μια ακινητοποιημένη πυξίδα στο χρόνο, έτσι και ο απολιθωμένος μαγνητισμός ενός ηπειρωτικού τεμάχους έχει καταγράψει τον παλαιό προσανατολισμό και την τοποθεσία του τεμάχους αυτού.

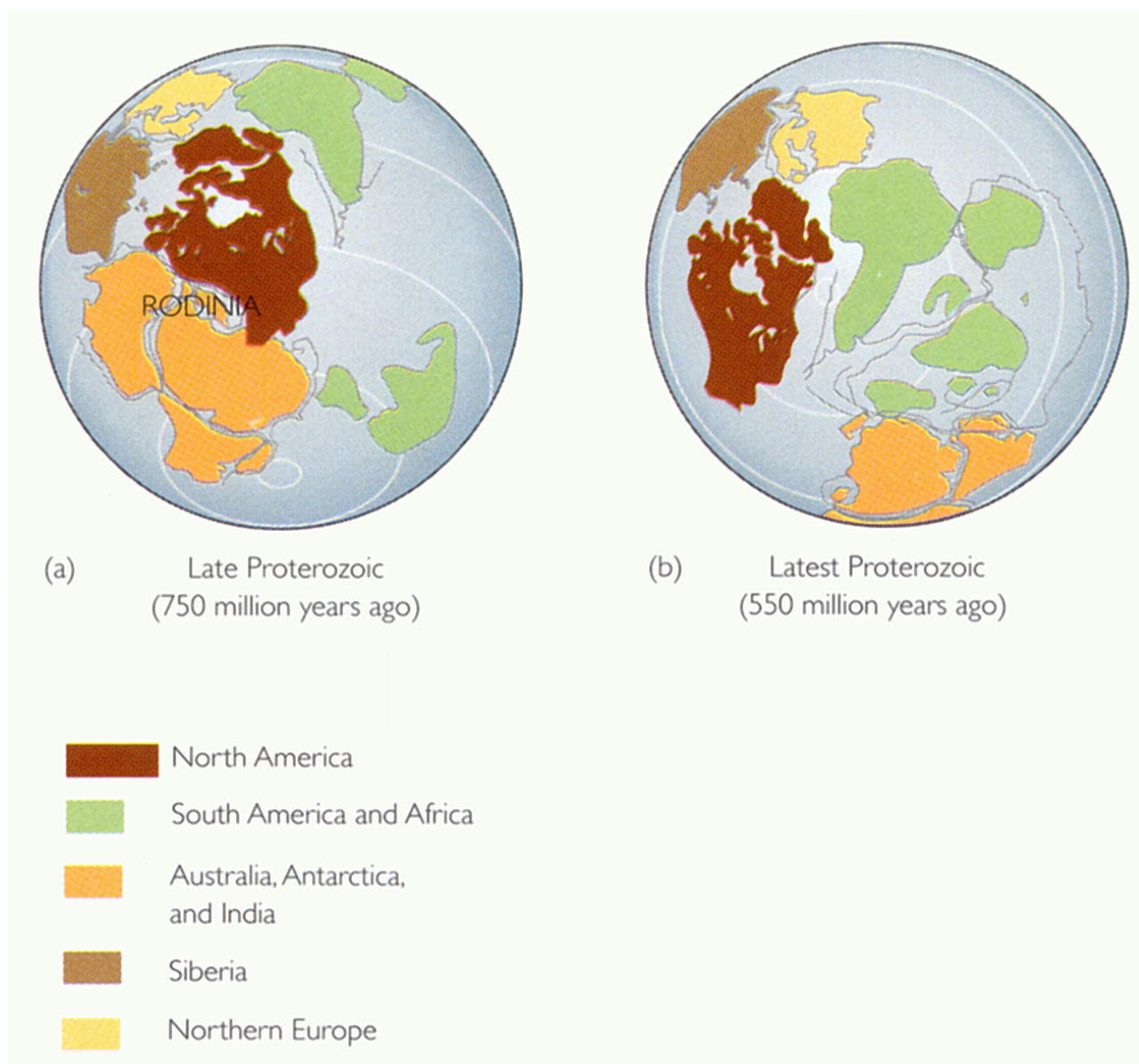
12.2 Από τη Ροδινία στην Παγγαία

Στο σχήμα της Εικόνας 12.1 παρουσιάζεται η πλέον πρόσφατη προσπάθεια αναπαράστασης της κατανομής και εξέλιξης των ηπείρων, στους γεωλογικούς χρόνους πριν από την Παγγαία. Είναι εντυπωσιακό το πώς η σύγχρονη επιστήμη της Γεωλογίας μπορεί να αποκαλύπτει τη γεωγραφία του αινιγματικού εκείνου κόσμου, εκατοντάδες εκατομμύρια έτη πριν.

Η μελέτη των πετρωμάτων, των απολιθωμάτων, του παλαιο-κλίματος, του παλαιο-μαγνητισμού και πολλών άλλων στοιχείων, βοήθησε τους επιστήμονες να προσδιορίσουν την ύπαρξη μιας

υπερ-ηπείρου, 750 εκατομμύρια έτη πριν, γνωστή με το όνομα Ροδινία. Τα επόμενα 500 εκατομμύρια έτη, η υπερ-ήπειρος αυτή κατακερματίστηκε σε επιμέρους ηπείρους, που συγκεντρώθηκαν ξανά στη συνέχεια, σχηματίζοντας για μια ακόμη φορά μια υπερ-ήπειρο, που είναι γνωστή με το όνομα Παγγαία.

Οι επιστήμονες γεωλόγοι συνεχίζουν να μελετούν και να δίνουν στοιχεία για την εξέλιξη αυτή, για το πότε, πού και πώς λειτούργησαν όλες αυτές οι διαδικασίες παλαιο-ταφροποίησης, παλαιο-διάνοιξης, παλαιο-υποβύθισης και παλαιο-σύγκρουσης, που οδήγησαν τα επιμέρους τεμάχια των παλαιο-ηπείρων και των παλαιο-ωκεανών να αλλάζουν μέσα στο χρόνο το σχήμα και τη γεωγραφική τους θέση.



συνέχεια στην επόμενη σελίδα →



(c) Middle Cambrian
(530 million years ago)



(d) Mid-Ordovician
(487 million years ago)



(e) Mid-Silurian
(422 million years ago)



(f) Early Permian
(260 million years ago)

North America
 South America and Africa
 Australia, Antarctica, and India

Siberia
 Northern Europe

Εικόνα 12.1 Αναπαράσταση της κατανομής και εξέλιξης των ηπείρων στους γεωλογικούς χρόνους πριν από την Παγγαία. Η ύπαρξη μιας υπερ-ηπείρου, περίπου 750 εκατομμύρια έτη πριν, είναι γνωστή με το όνομα Ροδινία. Τα επόμενα 500 εκ. έτη, η υπερ-ήπειρος αυτή κατακερματίστηκε σε επιμέρους ηπείρους (διαφορετικές από αυτές που είναι γνωστές σήμερα), που συγκεντρώθηκαν ξανά στη συνέχεια, περίπου 250 εκατομμύρια έτη πριν, σχηματίζοντας την επόμενη υπερ-ήπειρο, που είναι γνωστή με το όνομα Παγγαία.

12.3 Από την Παγγαία στο Σήμερα

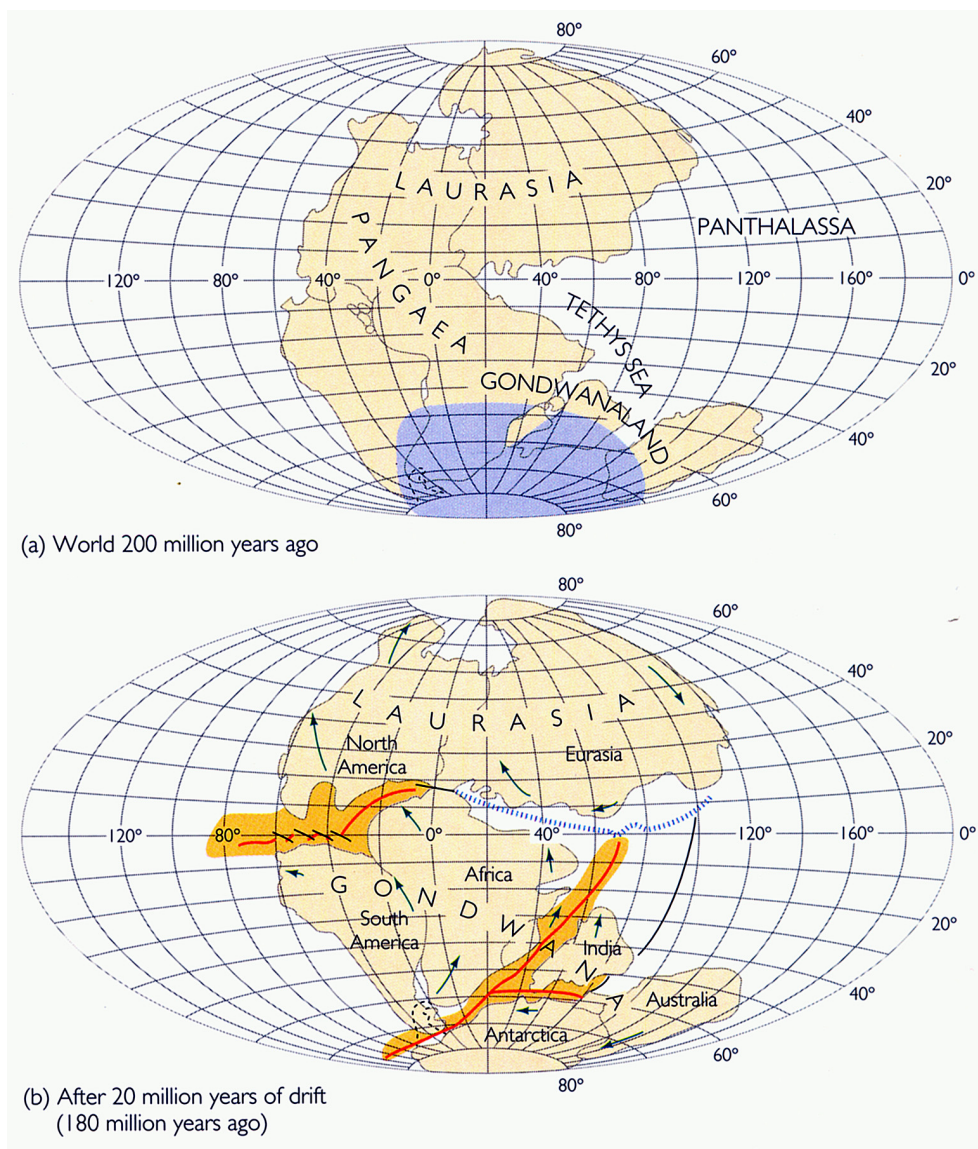
Η υπερ-ήπειρος Παγγαία είναι πολύ πιο "διάσημη" και καλά μελετημένη, από την προηγούμενή της Ροδινία, μόνο και μόνο γιατί έχουν διατηρηθεί και υπάρχουν διαθέσιμα πολύ περισσότερα στοιχεία στους πυθμένες των ωκεανών. Οι ισόχρονες καμπύλες που κατασκευάζονται για παράδειγμα στους σημερινούς ωκεανούς, μας δείχνουν την εποχή και τη διεύθυνση της ωκεάνιας διάνοιξης, που ξεκίνησε με την ταφρογένεση και το διαχωρισμό των ηπείρων σε δύο τεμάχια που απομακρύνονταν το ένα από το άλλο και ανάμεσά τους εδημιουργείτο ο ωκεανός.

Στην Εικόνα 12.2a παρουσιάζεται η Γη όπως ήταν κατά το πέρας του Παλαιοζωϊκού αιώνα. Η υπερ-ήπειρος Παγγαία, αποτελούσε μια ενιαία μά-

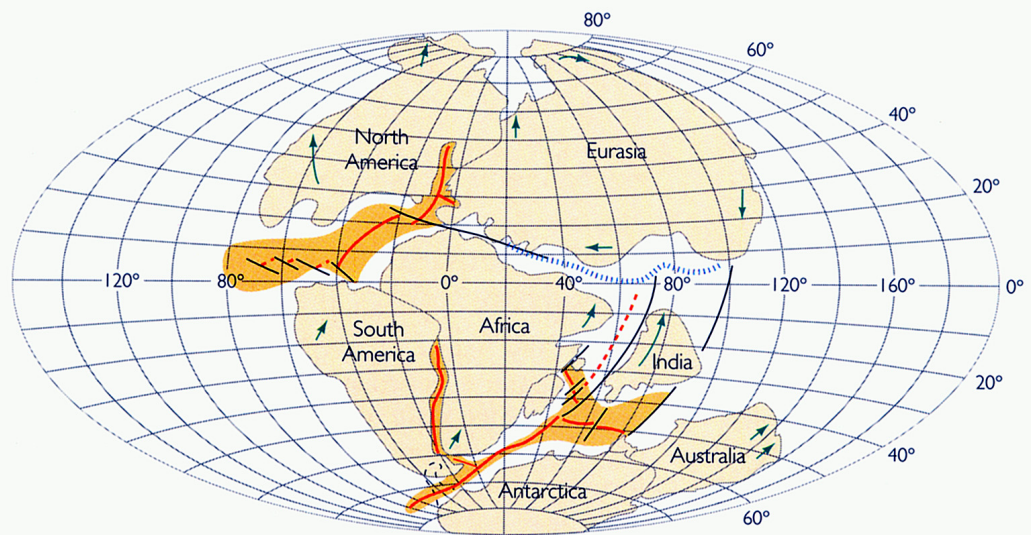
ζα ξηράς με ακανόνιστο σχήμα, που περιβαλλόταν από μια ενιαία θάλασσα, γνωστή με το όνομα Παν-θάλασσα, που στην ουσία αποτελούσε τον πρόγονο του σημερινού Ειρηνικού.

Η θάλασσα της Τηθύος αποτελούσε ένα μεγάλο κόλπο, που σχηματιζόταν ανάμεσα στο τμήμα της Παγγαίας που αργότερα εξελίχθηκε στην Αφρική και στο τμήμα που αργότερα εξελίχθηκε στην Ευρασία. Η θάλασσα αυτή αποτελούσε τον πρόγονο ενός τμήματος της σημερινής Μεσογείου.

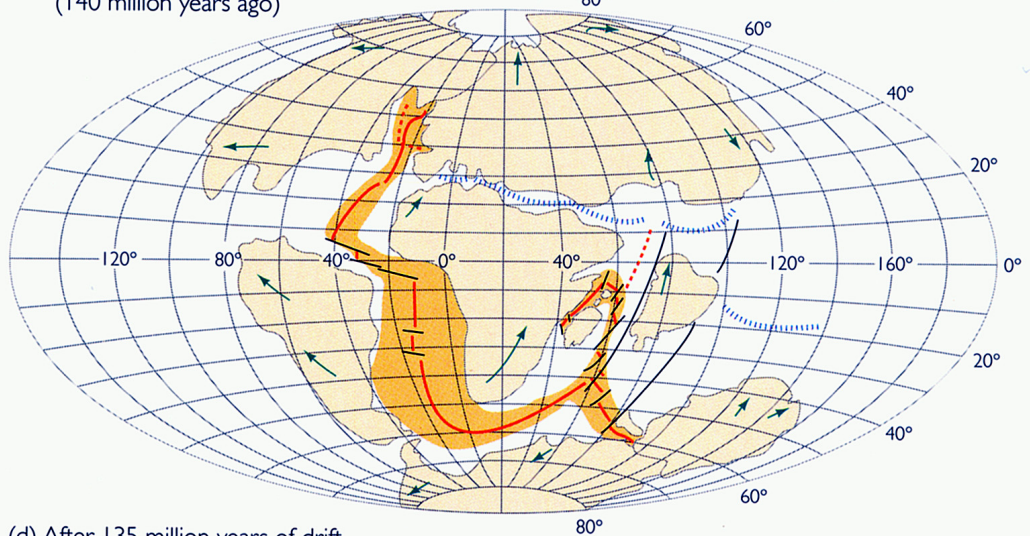
Αποθέσεις παγετώνων περμικής ηλικίας έχουν βρεθεί σε πολύ απομακρυσμένες σήμερα περιοχές, όπως για παράδειγμα στη Νότια Αμερική, στην Αφρική, στην Ινδία και την Αυστραλία. Η κατανομή αυτή μπορεί να ερμηνευθεί με την θεώρηση της ύπαρξης ενός ενιαίου ηπειρωτικού παγετώνα, που "έρρεε" κατά το Πέρμιο στις περιοχές της Γκοντβάνα, και βρίσκονταν γύρω από το Νότιο Πόλο, πριν από το διαμελισμό της Παγγαίας.



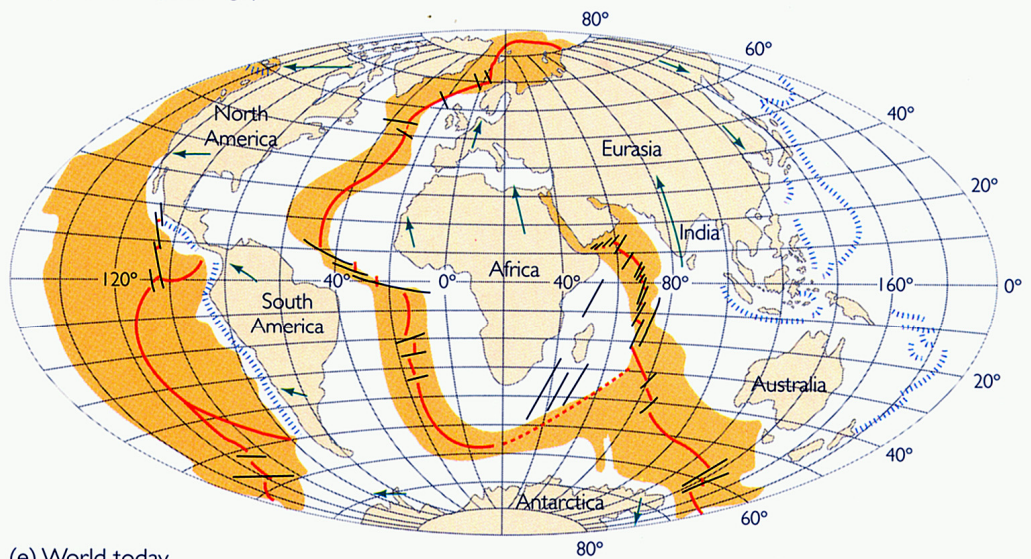
συνέχεια στην επόμενη σελίδα →



(c) After 60 million years of drift
(140 million years ago)



(d) After 135 million years of drift
(65 million years ago)

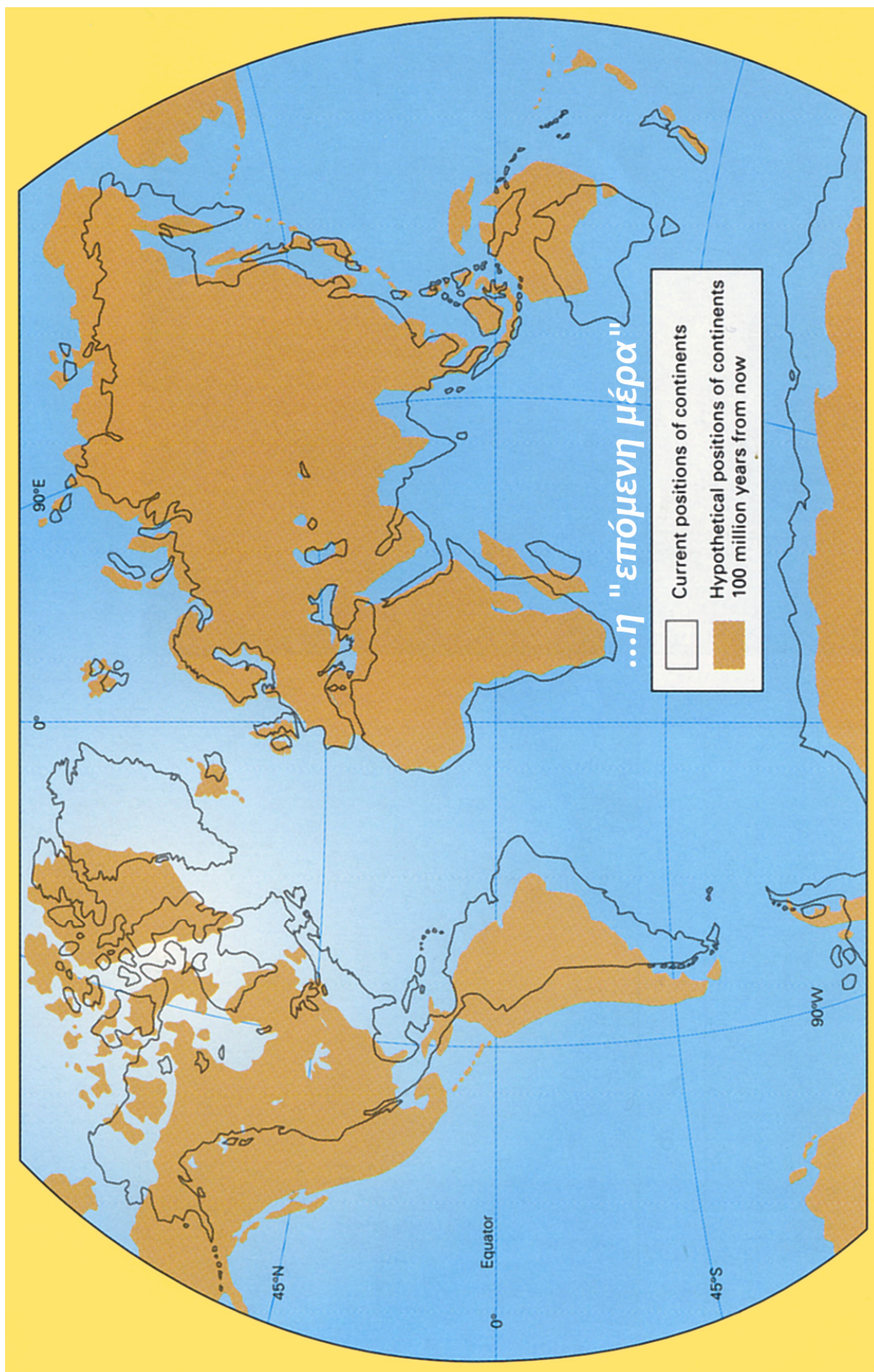


(e) World today

- | | | |
|---|--|--|
|  Continental glacier |  Spreading zones |  Transform faults |
|  New ocean floor |  Subduction zones |  Motion of continents |

Εικόνα 12.2

Το σπάσιμο και ο διαμελισμός της Παγγαίας, οδήγησε στη σημερινή εικόνα των ηπείρων.



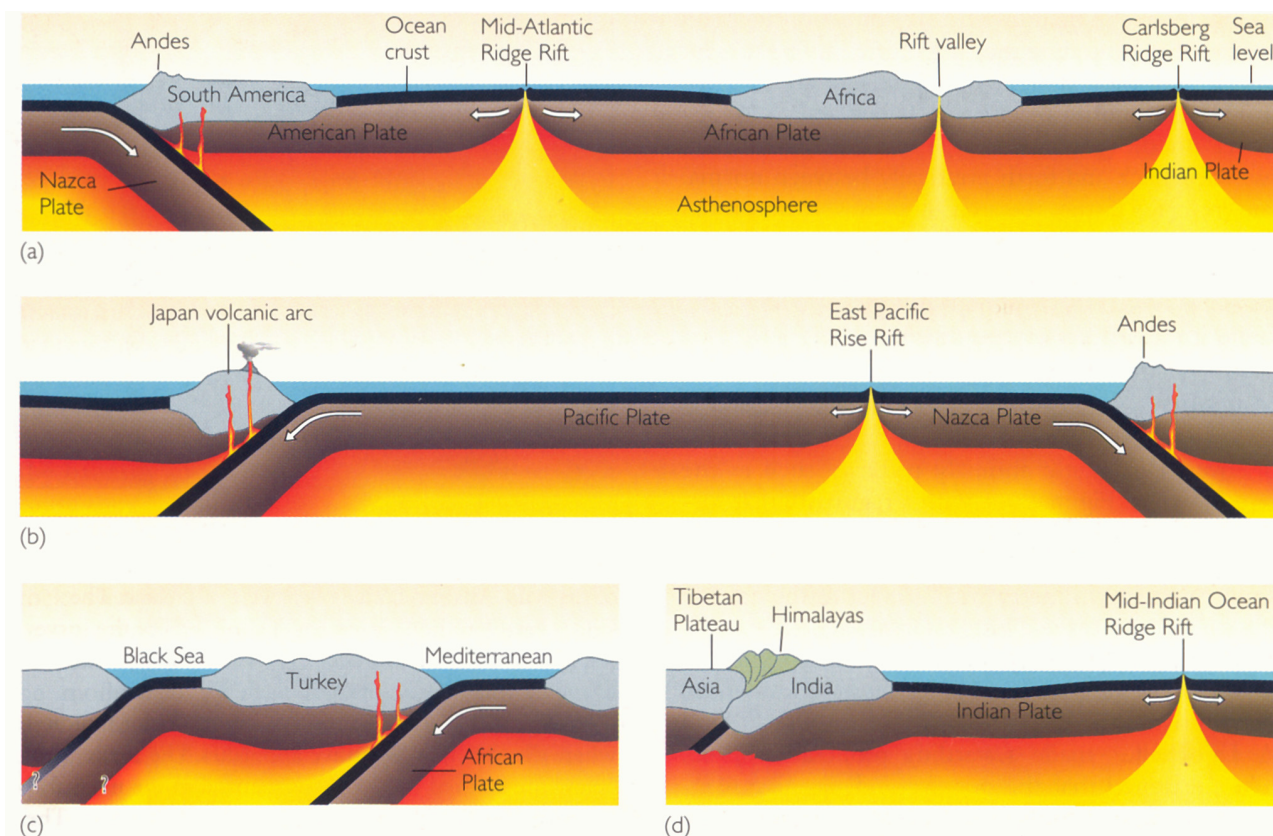
Εικόνα 12.3 Η μορφή των ηπείρων σε μερικά εκατομμύρια χρόνια από σήμερα



Η υπερ-ήπειρος της Παγγαίας 290 εκ. έτη πριν. Ηπειρωτικές συγκρούσεις έχουν δημιουργήσει τις εσωτερικές οροσειρές (μωβ χρώμα) και η υποβύθιση του ωκεάνιου πυθμένα καταδεικνύει τις μελλοντικές περιφερειακές οροσειρές (πορτοκαλί χρώμα). Στη μνήμη του Alfred Wegener, του πατέρα της Τεκτονικής των Πλακών, που πέθανε κατά τη διάρκεια μιας αποστολής για την έρευνα της ηπειρωτικής ταφρογένεσης.



Εικόνα 12. 4 Χωρίς λόγια



Εικόνα 12.5 Οι κύριες πλάκες και τα όρια ανάμεσά τους, με το γεωτεκτονικό χαρακτήρα που έχουν σήμερα. Απεικονίζεται η διάνοιξη ωκεάνιου πυθμένα στον Ατλαντικό (α), στον Ειρηνικό (β) και στον Ινδικό (γ) Ωκεανό, καθώς και η σύγκρουση των πλακών, τύπου ωκεανού-ωκεανού όπως στην Ιαπωνία (β), ωκεανού-ηπείρου όπως στη Νότια Αμερική (β) και Τουρκία (γ), και ηπείρου-ηπείρου όπως στην Ινδία (δ).

Ο διαμελισμός αυτός ήταν το επακόλουθο της ταφρογένεσης που έλαβε χώρα, η οποία, ταφρογένεση, συνοδευόταν από εκχύσεις βασαλτικών πετρωμάτων. Υπολείμματα των πετρωμάτων αυτών, που είναι δείκτες του μεγάλου αυτού γεγονότος του διαχωρισμού της υπερ-ηπείρου, βρίσκονται σήμερα σε διάφορα μέρη, όπως στη Νέα Σκωτία (Nova Scotia) στη Βόρεια Καρολίνα και στις Palisades, κατά μήκος του ποταμού Hudson. Τα ραδιομετρικά δεδομένα από τα πετρώματα αυτά δείχνουν ότι η έναρξη της ταφρογένεσης ξεκίνησε περίπου πριν 200 εκ. έτη.

Η παλαιογεωγραφία των ηπείρων στις αρχές του Ιουρασικού, δηλαδή 20 εκ. έτη μετά την έναρξη της ταφρογένεσης και του σπασίματος των ηπείρων, παρουσιάζεται στην Εικόνα 12.2b. Ένα μικρό τμήμα του Ατλαντικού έχει ήδη ανοίξει και η Τηθύς έχει στενέψει. Οι βόρειες ήπειροι (Λαυρασία → Βόρεια Αμερική + Ευρώπη + Ασία) παραμένουν σε μια ενιαία ήπειρο, η οποία όμως απομακρύνεται από τις νότιες (Γκοντβάνα → Νότια Αμερική + Αφρική + Ανταρκτική + Ινδία + Αυστραλία). Νέος ωκεάνιος φλοιός διαχωρίζει επίσης την Ανταρκτική-Αυστραλία από τη μια μεριά με την Αφρική-Νότια Αμερική από την άλλη. Η Ινδία έχει ξεκινήσει

σει το ταξίδι της προς Βορρά.

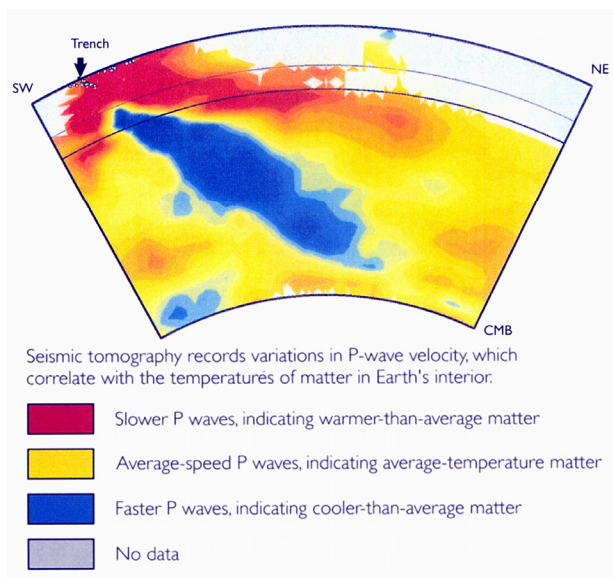
Με το τελείωμα της Ιουρασικής περιόδου, 140 εκ. έτη πριν, η διαδικασίες της διάνοιξης και αποχωρισμού των ηπείρων λειτουργούν ήδη για 60 εκ. έτη. Το σημαντικό γεγονός αυτής της περιόδου είναι η διάνοιξη και ο αποχωρισμός της Νότιας Αμερικής από την Αφρική, που σηματοδοτεί και τη γένεση του Νότιου Ατλαντικού Ωκεανού (Εικόνα 12.2c). Ο Βόρειος Ατλαντικός και ο Ινδικός Ωκεανός συνεχίζουν να διευρύνονται, ενώ η Τηθύς συνεχίζει να κλείνει. Η Ινδία συνεχίζει το ταξίδι προς Βορρά.

Το κλείσιμο της Κρητιδικής περιόδου, 65 εκ. έτη πριν, χαρακτηρίζεται από τη διεύρυνση του Νότιου Ατλαντικού, την αποκόλληση της Μαδαγασκάρης από την Αφρική και τον περιορισμό της Τηθύς σε μια εσωτερική θάλασσα, τη Μεσόγειο (Εικ. 12.2d). Μετά από 135 εκ. έτη διάνοιξης και αποχωρισμού, οι σημερινές ήπειροι έχουν αρχίσει να γίνονται αναγνωρίσιμες.

Η σύγχρονη μορφή των ηπείρων, που δημιουργήθηκε τα τελευταία 65 εκ. έτη, παρουσιάζεται στη Εικόνα 12.2e. Η Ινδία, ολοκληρώνοντας το ταξίδι της στον ωκεανό, έχει συγκρουσθεί με την Ασία, συνεχίζει όμως ακόμα να ωθεί προς τα βό-

ρεια. Η Αυστραλία έχει εντελώς αποχωρισθεί από την Ανταρκτική. Περίπου το μισό του σημερινού ωκεάνιου πυθμένα δημιουργήθηκε την περίοδο αυτή.

Στην Εικόνα 12.5 της προηγούμενης σελίδας, δίνονται συνοπτικά οι γεωτεκτονικές σχέσεις που υπάρχουν σήμερα ανάμεσα στις πλάκες της Αμερικής, της Αφρικής, της Ευρασίας και της Ινδίας, σχέσεις οι οποίες περιγράφησαν με λεπτομέρειες στα προηγούμενα.



Εικόνα 12.6 Σεισμική τομογραφία (από τις ανατολικές ακτές του Ειρηνικού στο ύψος της Κεντρικής Αμερικής μέχρι την Καραϊβική), που δείχνει μια τομή του μανδύα και επιβεβαιώνει την υποβύθιση μιας μεγάλης παλιάς ωκεανικής πλάκας (περιοχή κυανού χρώματος). Πρόκειται για την πλάκα Farallon που υποβυθίστηκε την περίοδο του Ιουρασικού κάτω από τη Βόρεια Αμερική. Υπολείμματα της πλάκας αυτής αποτελούν οι σημερινές πλάκες Juan de Fuca και Cocos, στο δυτικό περιθώριο της Αμερικανικής ηπείρου (CMB → όριο πυρήνα-μανδύα).

Το μεγαλύτερο τμήμα του σημερινού Ειρηνικού Ωκεανού αποτελείται από την ομώνυμη πλάκα, που καταλαμβάνει το τμήμα δυτικά από την μεσο-ωκεάνια ράχη του ανατολικού Ειρηνικού. Το τμήμα αυτό είναι, όπως και στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε, πολύ μεγαλύτερο από αυτό που βρίσκεται ανατολικά της ράχης και αυτό γιατί ένα πολύ μεγάλο τμήμα του ωκεανού, ίσο περίπου με τη σημερινή έκτασή του, έχει καταστραφεί υποβυθιζόμενο κάτω από την Αμερικανική Ήπειρο, τα τελευταία 130 εκ. έτη (Εικ. 12.5). Περίπου 10.000, ή περισσότερα, km² του πυθμένα του Ειρηνικού, έχουν χαθεί κάτω από την Αμερική. Υπολογίζεται ότι τα προηγούμενα 150 εκ. έτη, λιθόσφαιρα ίση με

την επιφάνεια της Γης έχει υποβυθισθεί και θαφτεί βαθιά στον μανδύα. Τα θαμμένα αυτά τμήματα αναγνωρίζονται στις σεισμικές τομογραφίες, ως περιοχές που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερες σεισμικές ταχύτητες, γεγονός που αντανάκλα τις χαμηλότερες θερμοκρασίες τους (Εικ. 12.6). Τα θαμμένα αυτά τμήματα βρίσκονται κάτω από τη Βόρεια και Νότια Αμερική, την Ανατολική Ασία και άλλες περιοχές γειτονικές με όρια σύγκρουσης πλακών.

12.4 Η Γεωλογική Σημασία της Ανακατασκευής των Ηπείρων

Η διαδικασία αυτή της ανακατασκευής και αναπαράστασης των ηπείρων, πηγαίνοντας πίσω στο παρελθόν, όπου πολλές ή και όλες μαζί συνυπήρχαν για κάποιο διάστημα, συνήθως αναφέρεται με τον όρο "μεγάλη αναπαράσταση ή ανακατασκευή" (grand reconstruction) και έχει μια ιδιαίτερη γεωλογική σημασία. Αυτό γιατί από τη διαδικασία αυτή κάθε κλάδος των γεωλογικών επιστημών βρίσκει πεδίο ενδιαφέροντος και απάντηση σε πολλά επιστημονικά προβλήματα. Η οικονομική γεωλογία για παράδειγμα, χρησιμοποιεί τη συνένωση των ηπείρων κατά το παρελθόν, στην έρευνα και αναζήτηση κοιτασμάτων ορυκτών και πετρελαίων, συσχετίζοντας τους σχηματισμούς μέσα στους οποίους απαντώνται σε μια ήπειρο, με τη συνέχειά τους σε μια άλλη ήπειρο, με την οποία βρίσκονταν μαζί πριν την ταφρογένεση και τη διάνοιξη του ωκεανού. Οι παλαιοντολόγοι αναθεωρούν πολλές απόψεις για την εξέλιξη των ειδών κάτω από το πρίσμα της συνύπαρξης ηπείρων κατά το παρελθόν.

Οι γεωλόγοι διευρύνουν το πεδίο ενδιαφέροντος και από την μελέτη και χαρτογράφηση σε επίπεδο γεωλογικής επαρχίας, στρέφονται σε πλανητικό επίπεδο, κάτω από το πρίσμα της τεκτονικής των λιθοσφαιρικών πλακών, που δίνει πολλές απαντήσεις στην κατανόηση πολλών γεωλογικών διαδικασιών, όπως η ιζηματογένεση, η ορογένεση κλπ. Για παράδειγμα ένα από τα μεγαλύτερα ορογενή στην ιστορία του πλανήτη σχηματίστηκε με τη συνένωση όλων των ηπείρων σε μία ήπειρο, την Παγγαία. Το ορογενετικό αυτό σύστημα στη συνέχεια, με το άνοιγμα του Ατλαντικού, χωρίστηκε στα δύο με αποτέλεσμα τα σύγχρονα υπολείμματά του να βρίσκονται σήμερα σε δύο ηπείρους. Η Καλιδόνια ορογενετική αλυσίδα διατρέχει το ΒΔ τμήμα της Ευρώπης και το ορογενές των Απαλαχίων το ανατολικό τμήμα της Βόρειας Αμερικής.

Οι ωκεανογράφοι αναπαριστούν τα θαλάσσια ρεύματα, όπως αυτά εκδηλώνονταν στους προγονι-

κούς ωκεανούς, με στόχο να κατανοήσουν την σύγχρονη κυκλοφορία και τον τρόπο που αυτή επιδρά π.χ. στη συγκέντρωση ιζημάτων βαθιάς θάλασσας. Άλλοι επιστήμονες αναπαριστούν και περιγράφουν διάφορα γεωλογικά φαινόμενα και φυσικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία, οι άνεμοι, η έκταση των παγετώνων, η στάθμη της θάλασσας, όπως αυτά ήταν στους γεωλογικούς χρόνους πριν την ηπειρωτική ταφρογένεση. Ελπίζουν όλοι να διδαχθούν από το παρελθόν, ώστε να προβλέψουν το μέλλον, σε εφαρμογές που συχνά είναι πολύ σημαντικές για το μέλλον της ανθρωπότητας (βλπ. φαινόμενο θερμοκηπίου κλπ.).

12.5 Ο Κύκλος του Wilson και η Τεκτονική των Πλακών

Ολοκληρώνοντας το βιβλίο αυτό και δεδομένου ότι η τεκτονική των λιθосφαιρικών πλακών αποτελεί μια επιστημονική μέθοδο, που έφερε μια επανάσταση στο χώρο της τεκτονικής και της γεωλογίας γενικότερα, παρουσιάζεται ο λεγόμενος "κύκλος του Wilson", ο οποίος συνοψίζει αυτό που ονομάζεται ορογενετικός κύκλος στα πλαίσια της τεκτονικής των λιθосφαιρικών πλακών. Σημειώνεται ότι η λέξη "κύκλος", χρησιμοποιείται κατά κάποιον τρόπο καταχρηστικά, δεδομένου ότι πολύ σπάνια παρατηρείται τα ίδια γεγονότα να επαναλαμβάνονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο στην ίδια ορογενετική ζώνη. Τα χαρακτηριστικά ενός ορογενετικού κύκλου περιλαμβάνουν:

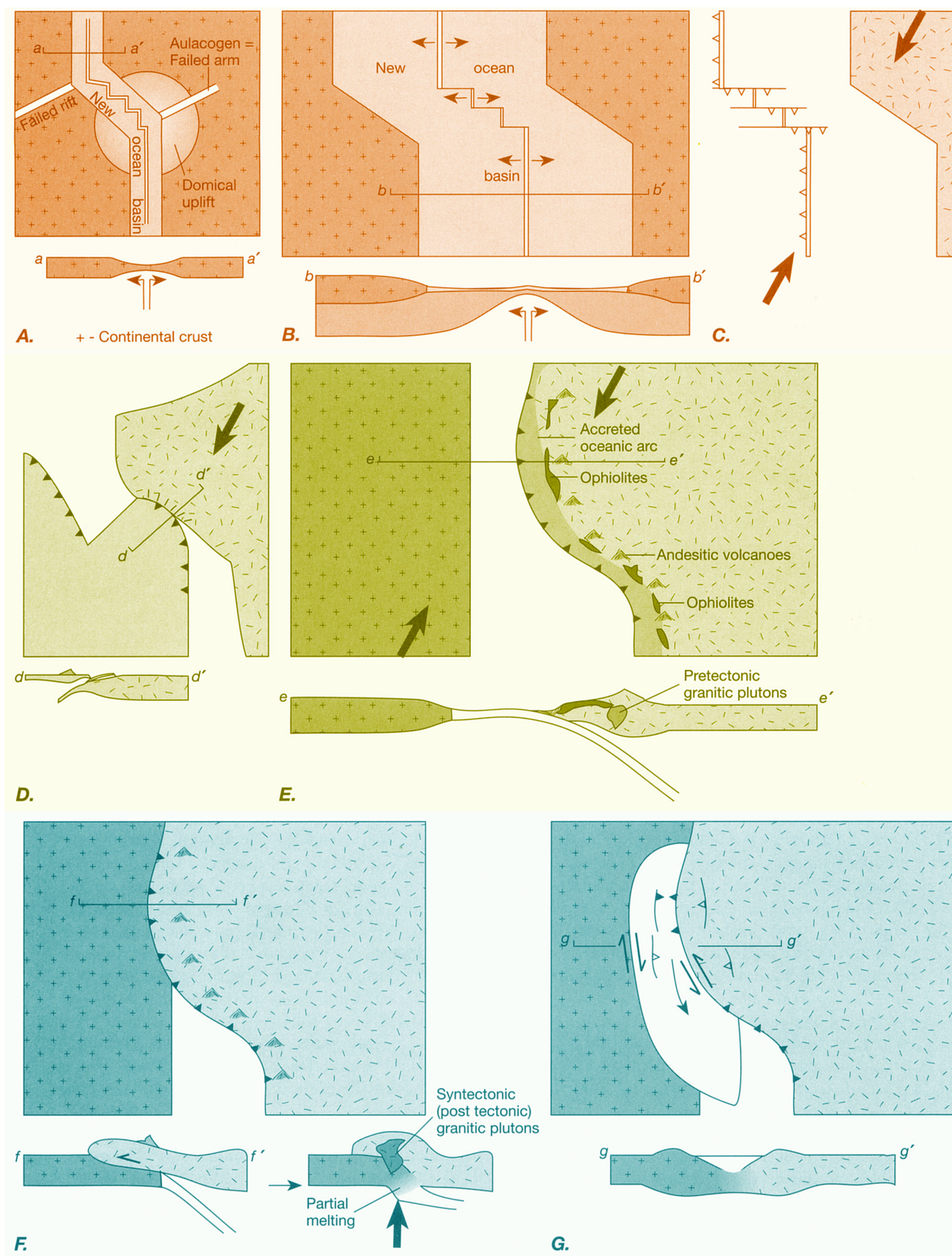
1. Συγκέντρωση, σε διαφορετικές περιοχές, μεγάλου πάχους θαλασσιών αποθέσεων, είτε μικρού βάθους (μειο-γεωσύγκλινο), είτε μεγάλου βάθους (ευ-γεωσύγκλινο). Η δεύτερη περίπτωση συνήθως συνδέεται με διεισδύσεις και εκχύσεις μαγματικών πετρωμάτων βασικής, ή ενδιάμεσης σύστασης.
2. Έναρξη της παραμόρφωσης στη ζώνη πτυχών-επωθήσεων της προχώρας μαζί με την τοποθέτηση οφιολιθικών πετρωμάτων και την επακόλουθη ισοστατική ανύψωση των οφιολίθων και των υποκείμενων παραμορφωμένων ιζημάτων.
3. Συνέχιση της παραμόρφωσης στη ζώνη πτυχών-επωθήσεων και μεταμόρφωση, παραμόρφωση και διεισδύσεις γρανιτικών βαθολίθων στη ζώνη του πυρήνα, που συνοδεύονται από απόθεση συν-ορογενετικών ιζημάτων.
4. Επιπλέον ισοστατική ανύψωση της ορογενετικής περιοχής και απόθεση και μερική παραμόρφωση ηπειρωτικών μετα-ορογενετικών ιζημάτων που αποτίθενται στην εξωτερική ε-

μπροσθολεκάνη (η γνωστή "μόλασα" της αλπικής ορολογίας).

5. Ρηγματοποίηση και ανάπτυξη ρηξιτεμαχών και λεκανών που οριοθετούνται από ρήγματα, και διείσδυση διεσπαρμένων αλκαλικών φλεβών ή άλλων σωμάτων.

Ο κύκλος του Wilson, αποτελεί μια υπόθεση που προτάθηκε από τον Καναδό γεωφυσικό J. T. Wilson, ο οποίος υποστήριξε ότι η διάνοιξη και το κλείσιμο των ωκεανών προκαλεί την τεκτονική παραμόρφωση (με όποιο τρόπο ή "στυλ" αυτή εκφράζεται), που παρατηρείται στη Γη. Ο κύκλος αυτός περιλαμβάνει πολλά γεγονότα που οδηγούν στην ορογένεση. Στην Εικόνα 12.7 παρουσιάζεται ένα πιθανό σενάριο, όχι φυσικά το μοναδικό, που μπορεί να ερμηνεύσει τα ορογενετικά γεγονότα που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

1. Η ταφρογένεση σε μία ήπειρο και η διάνοιξη μιας νέας ωκεάνιας λεκάνης, προκαλούν προοδευτική καταβύθιση των παθητικών ηπειρωτικών περιθωρίων, στα οποία αποτίθενται μεγάλου πάχους και ρηχών φάσεων θαλάσσια ιζήματα (αποθέσεις μειο-γεωσυγκλίνου). Προς την μεριά της θάλασσας, η ωκεάνια λεκάνη σχηματίζεται από τη βασαλτική ηφαιστειότητα και την απόθεση, στα αβυσσικά επίπεδα και τις μεσοωκεάνιες ράχεις, ιζημάτων βαθιών φάσεων (Εικ. 12.7Α & 12.7Β). Τελικά, μέσα από μια αλλαγή στο πρότυπο των ταχυτήτων της κίνησης των πλακών, μεταβάλλεται και το πρότυπο της διάνοιξης και έτσι δημιουργείται μια ζώνη υποβύθισης στην ωκεάνια λεκάνη, πιθανά κατά μήκος μιας προϋπάρχουσας διάρρηξης, όπως ένα ρήγμα μετασχηματισμού, μια ωκεάνια ζώνη διάρρηξης, ή ένα ρήγμα παράλληλο της ωκεάνιας ράχης (Εικ. 12.7C). Η ακολουθία των βαθιών ιζημάτων του ευ-γεωσυγκλίνου ολοκληρώνεται με τις λάβες και τις ηφαιστειο-ιζηματογενείς ακολουθίες που χαρακτηρίζουν ένα νησιωτικό τόξο.
2. Το παθητικό ηπειρωτικό περιθώριο στην υποβυθιζόμενη πλάκα συγκρούεται με την ωκεάνια πλάκα (Εικ. 12.7D), τοποθετώντας ένα τμήμα ωκεάνιου φλοιού ή φλοιού νησιωτικού τόξου, στο ηπειρωτικό περιθώριο, φέρνοντας σε τεκτονική επαφή τις ευ-γεωσυγκλινικές με τις μειο-γεωσυγκλινικές ακολουθίες πετρωμάτων και ξεκινώντας το σχηματισμό μιας ζώνης πτυχών-επωθήσεων στα ιζήματα του παθητικού περιθωρίου. Η σύγκρουση δεν είναι σύγχρονη κατά μήκος όλου του περιθωρίου, αλλά μεταναστεύει με το χρόνο, διαδικασία που σχετίζεται με τη γεωμετρία της ζώνης υποβύθισης και του ηπειρωτικού περιθωρίου.



Εικόνα 12.7 Σχηματική αναπαράσταση, σε χάρτες και τομές, του κύκλου του Wilson, που παρουσιάζει μια απλοποιημένη και γενικευμένη πιθανή ανάπτυξη και εξέλιξη της τεκτονικής των λιθοσφαιρικών πλακών, που οδηγεί στη δημιουργία μιας ορογενετικής ζώνης, βασισμένη στις κυριότερες δομές και χαρακτηριστικά που απαντώνται στα ορογενετικά συστήματα.

3. Την πρώτη αυτή σύγκρουση διαδέχεται η αναστροφή της πολικότητας της ζώνης υποβύθισης, σχηματίζοντας έτσι ένα ηπειρωτικό τόξο, ή ένα ηπειρωτικό περιθώριο τύπου Άνδεων, κατά μήκος του –Ατλαντικού τύπου– προηγούμενου περιθωρίου, που τώρα παραμορφώνεται (Εικ. 12.7Ε) και ξεκινώντας την υποβύθιση των υπολειμμάτων της ωκεάνιας λεκάνης. Προ-ορογενετικοί πλουτωνίτες διεισδύουν στο παραμορφωμένο ηπειρωτικό περιθώριο. Βαθιές λεκάνες στην τάφρο κατά μήκος του ηπειρωτικού περιθωρίου, ή ριπίδια βαθείας θάλασσας, που αποκομίζονται από το ηπειρωτικό περιθώριο στον ωκεανό που στενεύει, συνιστούν τα βαθέων υδάτων ορογενετικά ιζήματα. Τελικά, το δεύτερο ηπειρωτικό περιθώριο προσεγγίζει στη ζώνη υποβύθισης και ξεκινά η σύγκρουση ηπείρου με ήπειρο (Εικ. 12.7F και 12.7G), που οδηγεί στη συρραφή των δύο χωριστών ηπειρωτικών τεμαχών. Όλα τα πετρώματα στη ζώνη συρραφής (suture zone) παραμορφώνονται, η επώθηση ηπειρωτικού φλοιού σε ηπειρωτικό φλοιό δημιουργεί μια βαθειά ρίζα και η μερική τήξη στη βάση της ρίζας προκαλεί διεισδύσεις και εκχύσεις του τελευταίου σταδίου. Ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης δημιουργούνται, καθώς οι ακανόνιστου σχήματος παρυφές των ηπείρων συγκρούονται και διευθετούνται μεταξύ τους.
4. Η ισοστατική ανύψωση της ζώνης σύγκρουσης δημιουργεί μια πηγή τροφοδοσίας μετα-ορογενετικών ιζημάτων και παραμορφώνει τα παλαιότερης ηλικίας ιζήματα. Τα ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης συνεχίζουν να λειτουργούν ως ζώνες που απορροφούν την απώτερη-μετα-ορογενετική σύγκρουση (Εικ. 12.7G).
5. Τελικά, η ζώνη συρραφής μπορεί να διαρρη-

χθεί και πάλι από ένα καινούργιο επεισόδιο ταφρογένεσης, που δημιουργεί κανονικά ρήγματα και εκχύσεις αλκαλικών έως βασαλτικών μαγμάτων.

Αν και ο κύκλος του Wilson έχει εφαρμοσθεί στο ορογενετικό σύστημα Απαλαχίων – Καλιδονίδων, νεότερες έρευνες έχουν αποδείξει ότι η τεκτονική ιστορία και εξέλιξη του οργενούς είναι πολύ πιο σύνθετη (βλπ. Κεφάλαιο 11). Ο κύκλος αυτός αποτελεί μια πολύ γενικευμένη προσέγγιση και δεν μπορεί να ερμηνεύσει όλες τις λεπτομέρειες της ορογένεσης. Επιπλέον, θεωρείται σχεδόν αδύνατον δύο ηπειρωτικά περιθώρια, που διαχωρίστηκαν από την ταφρογένεση, να επιστρέψουν ξανά και να συγκολληθούν στην ίδια περιοχή (που έγινε η ταφρογένεση). Μάλιστα, λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβολές που παρατηρούνται στην κίνηση των πλακών σε μια σύνθετη τεκτονική εξέλιξη, οι δύο ήπειροι θα πλησιάσουν η μία την άλλη κατά μήκος διαφορετικών τμημάτων των περιθωρίων και έτσι θα υφίσταται μια όχι καλή "εφαρμογή" μεταξύ τους. Είναι όντως γεγονός ότι έχουν γίνει συγκρούσεις ηπείρων μεταξύ ηπειρωτικών περιθωρίων που ποτέ δεν ήταν το ένα πλησίον του άλλου. Αυτή η μη καλή εφαρμογή ανάμεσα στα ηπειρωτικά περιθώρια, διευθετείται από πλάγιες κινήσεις των ρηξιτεμαχών του φλοιού, πιθανά με διαδικασίες πλαστικής ολίσθησης. Ως εκ τούτου λοιπόν, οι οριζοντιολισθητικές κινήσεις στις ζώνες ορογένεσης είναι το ίδιο σημαντικές με τις πιο προφανείς καλυμματικού τύπου κινήσεις. Σημειώνεται επίσης ότι ο κύκλος του Wilson δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στις περιπτώσεις των τεκτονοστρωματογραφικών πεδίων, που αποτελούν μια πολύ σημαντική διαδικασία στο φαινόμενο της σύγκρουσης και της προσάυξης των ηπείρων (βλπ. Κεφ. 8).