

Κεφάλαιο 10

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΗ

Τα διάφορα γεωδυναμικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη Γη (σεισμοί, ηφαίστεια, κτλ.) δεν παρουσιάζουν τυχαία γεωγραφική κατανομή πάνω στη Γη.

Κατά τα τελευταία χρόνια 50 χρόνια αναπτύχθηκε η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών που προσπάθησε να εξηγήσει όλα σχεδόν τα γεωδυναμικά φαινόμενα. Η Νέα Παγκόσμια Τεκτονική στηρίχθηκε αργότερα στη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.

Με τον όρο **Νέα Παγκόσμια Τεκτονική** εννοούμε το σύνολο των σύγχρονων υποθέσεων, ιδεών και θεωριών, που αναφέρονται στις οριζόντιες κυρίως κινήσεις γιγαντιαίων επιφανειακών τεμαχίων της Γης, στα αίτια που προκαλούν τις κινήσεις αυτές όπως επίσης και την συμβολή των κινήσεων αυτών στην διαμόρφωση της μορφολογίας της επιφάνειας της Γης (Παπαζάχος 1973).

(συνέχεια)

- Σήμερα το σύνολο σχεδόν των επιστημόνων παραδέχεται ότι οι οριζόντιες κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών είναι υπεύθυνες για το σύνολο σχεδόν των γεωδυναμικών φαινομένων.
- Η Νέα Παγκόσμια Τεκτονική βασίζεται κυρίως στις γεωφυσικές και γεωλογικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν κατά τα τελευταία 50 χρόνια.

Αν και η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών ή της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής αναπτύχθηκε ευρέως μετά το 1960, ιδέες που αφορούσαν την μετακίνηση γήινων τεμαχίων, άρχισαν να διατυπώνονται στις αρχές του 17^{ου} αιώνα.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- Η ομοιότητα που είχαν οι ακτές της Αφρικής και της νότιας Αμερικής επισημάνθηκε από τον Sir Francis Bacon το 1620 στο βιβλίο του *Novum Organum*.
- Το 1667 ο Γάλλος μοναχός Francois Placet συνδύασε τον διαχωρισμό Ευρώπης και Αμερικής με τον κατακλυσμό του Νώε.
- Σε εργασίες που δημοσιεύτηκαν το 1801 και το 1845 ο Γερμανός εξερευνητής Alexander von Humbolt επισήμανε την γεωμετρική και γεωλογική ομοιότητα των απέναντι ακτών του Ατλαντικού και θεώρησε ότι ο Ατλαντικός δημιουργήθηκε από ένα καταστροφικό σεισμικό επεισόδιο.
- Παρόμοιες παρατηρήσεις έκανε και ο Αμερικανός Antonio Snider-Pellegrini και διατύπωσε πρώτος το 1885 την άποψη περί «μετακίνησης» γήινων τεμαχίων

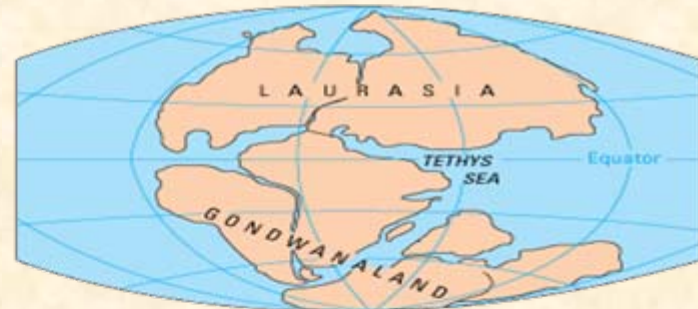
Η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΗΠΕΙΡΩΝ

- Ο Αμερικανός φυσικός F.B. Taylor το 1910 και ο Γερμανός μετεωρολόγος Alfred Wegener το 1912 ήταν οι πρώτοι που διατύπωσαν την θεωρία της μετακίνησης των ηπείρων, με την έννοια που σήμερα την προσεγγίζουμε.
- Υπολογίστηκε για πρώτη φορά ότι η μετακίνηση των ηπείρων άρχισε πριν 100-200 My. Με την θεωρία αυτή προσπάθησαν να εξηγήσουν την γεωμετρική και γεωλογική ομοιότητα των ακτών του Ατλαντικού και του Ινδικού ωκεανού, καθώς και τον σχηματισμό των των οροσειρών στο εμπρόσθιο τμήμα της ηπείρου που κινείται.
- Ο Wegener πρόσεξε ότι υπήρχε συνέχεια εκατέρωθεν των πλευρών του Ατλαντικού σε παλιές τεκτονικές δομές, καθώς επίσης απολιθώματα ζώων και φυτών, χαρακτηριστικών της Αφρικής βρίσκονταν και στη νότια Αμερική. Αυτές οι παρατηρήσεις τον έκαναν να διατυπώσει την άποψη ότι γύρω στο Λιθανθρακοφόρο όλες οι ήπειροι ήταν ενωμένες σε μία που την ονόμασε **Πανγαία**.

ΠΑΝΓΑΙΑ



PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
150 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago

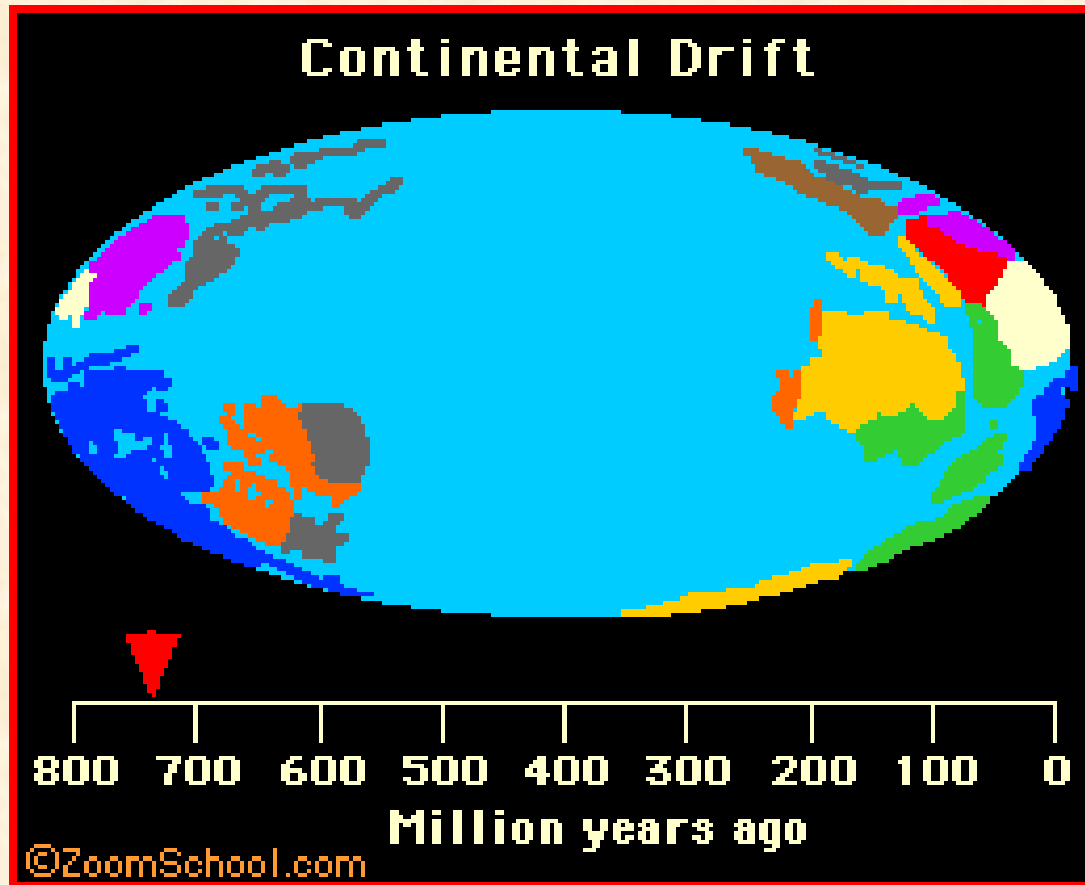


PRESENT DAY

(συνέχεια)

- Οι σημερινές νότιες ήπειροι ήταν συγκεντρωμένες γύρω από έναν πόλο, ενώ οι βόρειες βρίσκονταν εκατέρωθεν του Ισημερινού. Γύρω από την Πανγαία υπήρχε ο **πρωτο-Ειρηνικός ωκεανός ή Πανθάλασσα**.
- Ο A. Du Toit (1937) στηριζόμενος σε γεωλογικές και γεωφυσικές έρευνες κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κατά τον ανώτερο Παλαιοζωικό αιώνα υπήρχαν μόνο 2 «υπερ-ήπειροι». Η μία στο βορρά που λέγονταν **Λαυρασία** και η άλλη στον νότο που λέγονταν **Γκοντβάνα**. Η Λαυρασία αποτελούνταν από τις σημερινές ηπείρους βόρεια Αμερική, Ευρώπη και Ασία (χωρίς την Ινδία). Την Γκοντβάνα αποτελούσαν η νότια Αμερική, η Αφρική, η Μαδαγασκάρη, η Ινδία, η Αυστραλία και η Ανταρκτική. Οι δύο «υπερ-ήπειροι» διασπάστηκαν περί τα μέσα του Μεσοζωικού αιώνα και τα κομμάτια τους αποτέλεσαν τις σημερινές ηπείρους.
- Από τον χωρισμό των 2 «υπερ-ήπειρων» σχηματίσθηκε η θάλασσα παλαιο-Τηθύς που εκτείνονταν από την Κίνα μέχρι το Γιβραλτάρ.

Η ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΗΠΕΙΡΩΝ

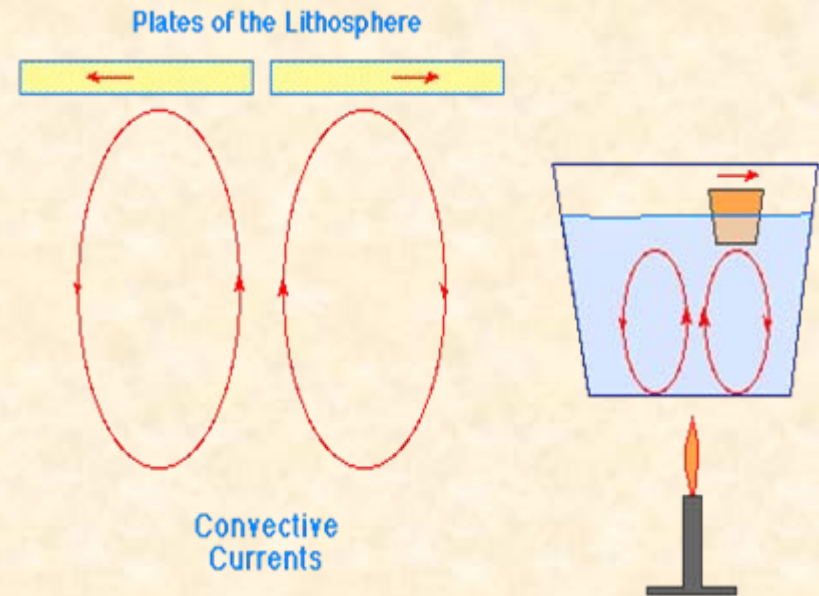


(συνέχεια)

- Κατά την περίοδο 1927-1929 ο A. Holmes ανέπτυξε μία καινούργια θεωρία για τον μηχανισμό μετακίνησης των ηπείρων. Σύμφωνα με αυτήν, αιτία της μετακίνησης των ηπείρων ήταν τα **ρεύματα μεταφοράς** που ενισχύονταν διαρκώς από την θερμοκρασία που προέρχονταν από την διάσπαση ραδιενεργών στοιχείων. Αν και η θεωρία του διαφέρει από αυτό που εννοούμε σήμερα εμείς «ρεύματα μεταφοράς» οι ιδέες του θεμελίωσαν τις σύγχρονες απόψεις και τις θεωρίες που αναπτύχθηκαν.
- Το 1950 ο λόρδος Blackett υποστήριξε ότι με παλαιομαγνητικές μεθόδους μπορούμε να υπολογίσουμε την μετακίνηση των ηπείρων. Η θεωρία αυτή αργότερα αναπτύχθηκε από τον S.K. Runcorn και τους συνεργάτες του που έδειξαν ότι υπήρχε σχετική μετακίνηση μεταξύ της βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης. Ο K.M. Creer από έρευνες που έκανε διαπίστωσε την ύπαρξη μετακίνησης μεταξύ Αφρικής και νότιας Αμερικής, ενώ ο Irvin έδειξε την μετακίνηση που γίνεται μεταξύ Αυστραλίας και Ασίας.

Ο μηχανισμός των ρευμάτων μεταφοράς

- Ας φανταστούμε ότι βράζουμε σε μία κατσαρόλα νερό έχοντας ακουμπήσει στην πάνω επιφάνεια του νερού έναν φελλό. Όταν το νερό αρχίζει και βράζει παρατηρούνται αναταράξεις που οφείλονται στην άνοδο θερμότερου υλικού από κάτω προς τα πάνω, όπου το νερό κρυώνει σχετικά και ξανακατεβαίνει για να δημιουργηθεί έτσι ένας αένας κύκλος. Το με αυτό τον τρόπο ανακυκλούμενο νερό θα οδηγήσει τον φελλό στα άκρα της κατσαρόλας.



Η επέκταση του θαλάσσιου πυθμένα

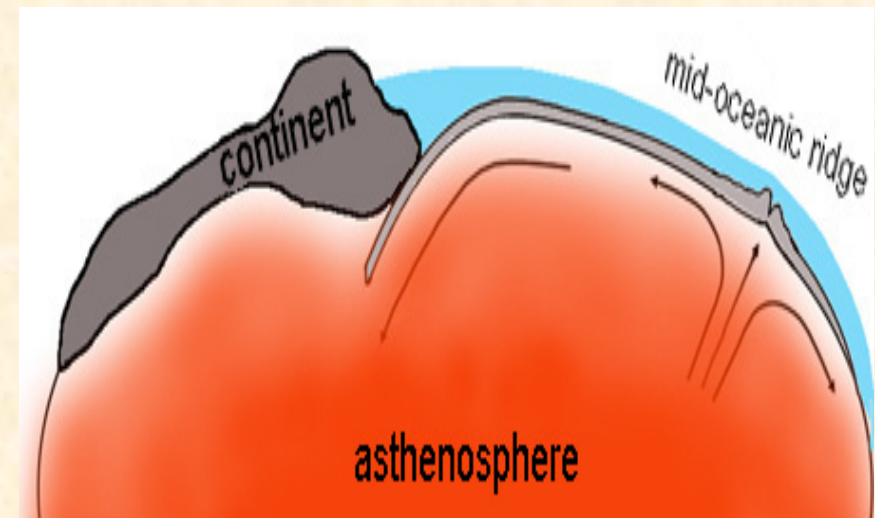
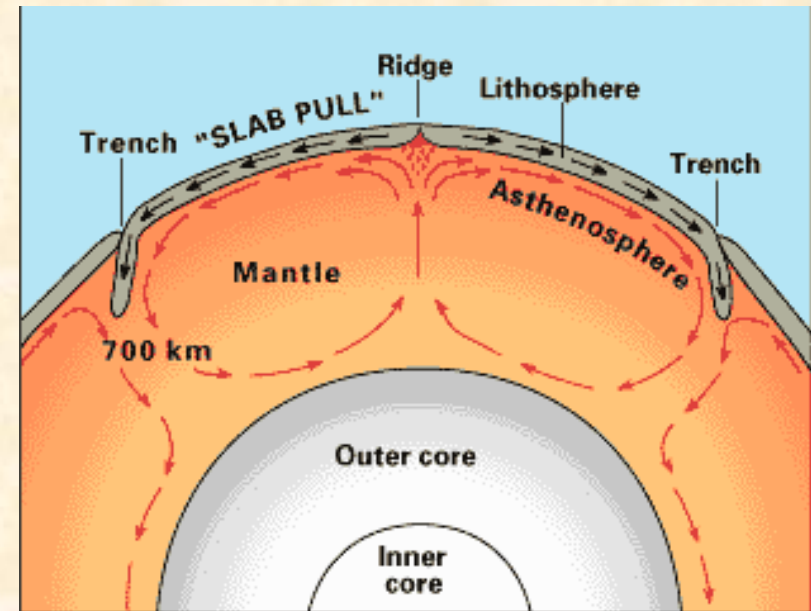
Με την θεωρία της επέκτασης των ηπείρων ρίχτηκε ο «σπόρος» της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών.

Το 1960 ο H.H. Hess ήταν ο πρώτος που πρότεινε την ιδέα της επέκτασης του θαλάσσιου πυθμένα. Κατά το 1961 μετά από εκτεταμένη έρευνα ο R.S. Dietz πρότεινε τον μηχανισμό της επέκτασης του θαλάσσιου πυθμένα στην προσπάθειά του να εξηγήσει την μετακίνηση των ηπείρων.

Σύμφωνα με αυτήν, η μετακίνηση των ηπείρων είναι αποτέλεσμα της αύξησης του πυθμένα των ωκεανών στον χώρο που μεσολαβεί μεταξύ των ηπείρων. Στη αύξηση του πυθμένα συμβάλλει η έκλυση μάγματος από τον μανδύα. Το μάγμα δια μέσου των **μεσο-ωκεανίων ράχων** οι οποίες είναι αλυσίδες υποθαλασσίων ηφαιστείων που καταλαμβάνουν την μέση των ωκεανών, έρχεται στην επιφάνεια του θαλάσσιου πυθμένα και επικάθεται στις παρυφές των μεσο-ωκεανίων ράχων.

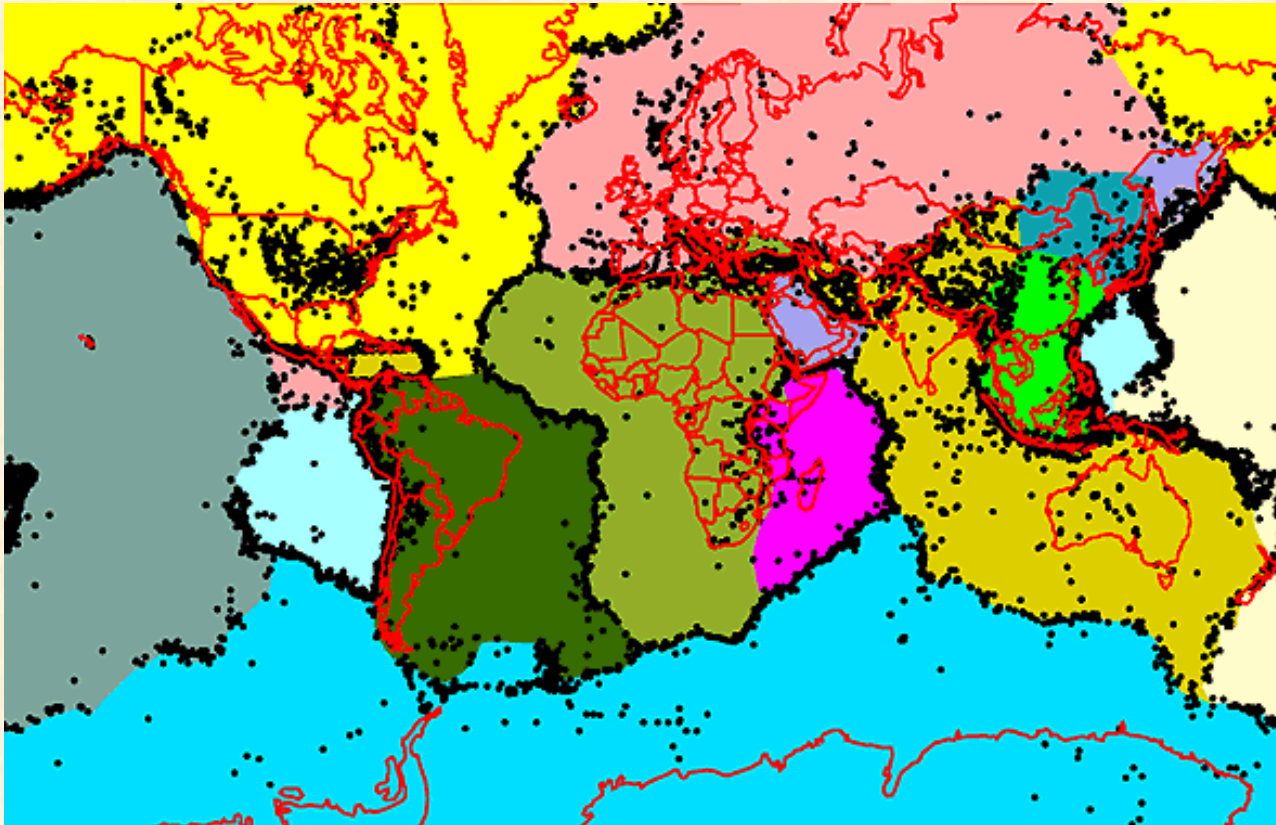
(συνέχεια)

- Εκεί ψύχεται και παρασύρεται με την κίνηση της πλάκας. Ο ωκεάνιος αυτό φλοιός είναι λεπτότερος (7 Km) από τον ηπειρωτικό (35 Km), γεωλογικά νεότερος και από χημική άποψη τελείως διαφορετικός. Για να διατηρηθεί σταθερή η επιφάνεια της Γης προτάθηκε ότι ο ωκεάνιος φλοιός καταστρέφεται με βύθισή του μέσα στον μανδύα. Η βύθισή του γίνεται στις **ωκεάνιες τάφρους**. Αυτές είναι μεγάλες βαθυμετρικές καταπτώσεις που βρίσκονται στις περιθωριακές θάλασσες και σχετίζονται με έντονη σεισμική και ηφαιστειακή δράση.

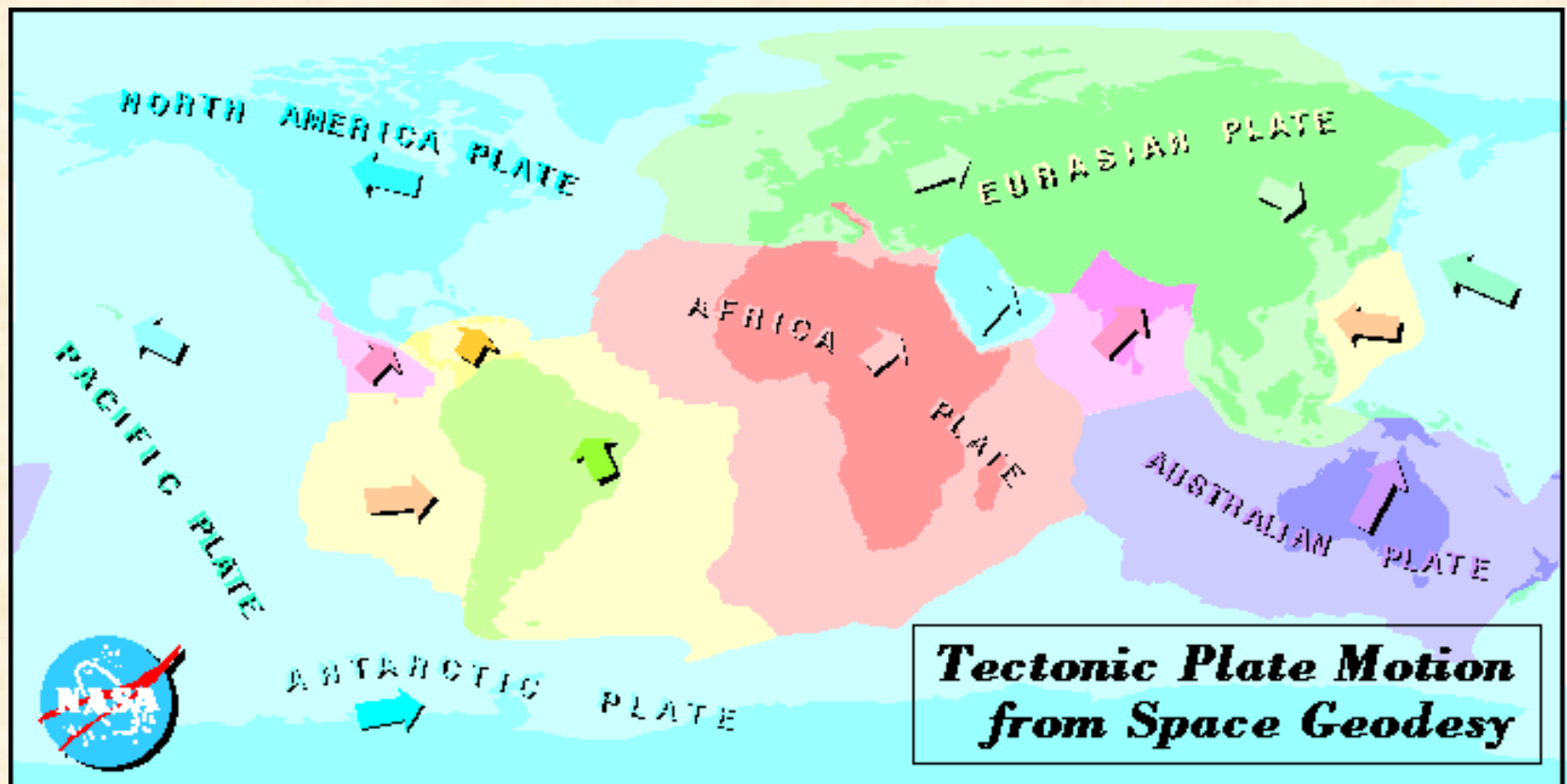


Η ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ Η ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

- Η ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΑ ΚΟΜΜΑΤΙΑ ΞΗΡΑΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΝ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ. ΟΙ ΗΠΕΙΡΟΙ ΟΠΩΣ ΕΜΕΙΣ ΤΙΣ ΓΝΩΡΙΖΟΥΜΕ ΣΗΜΕΡΑ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΩΝ ΠΛΑΚΩΝ



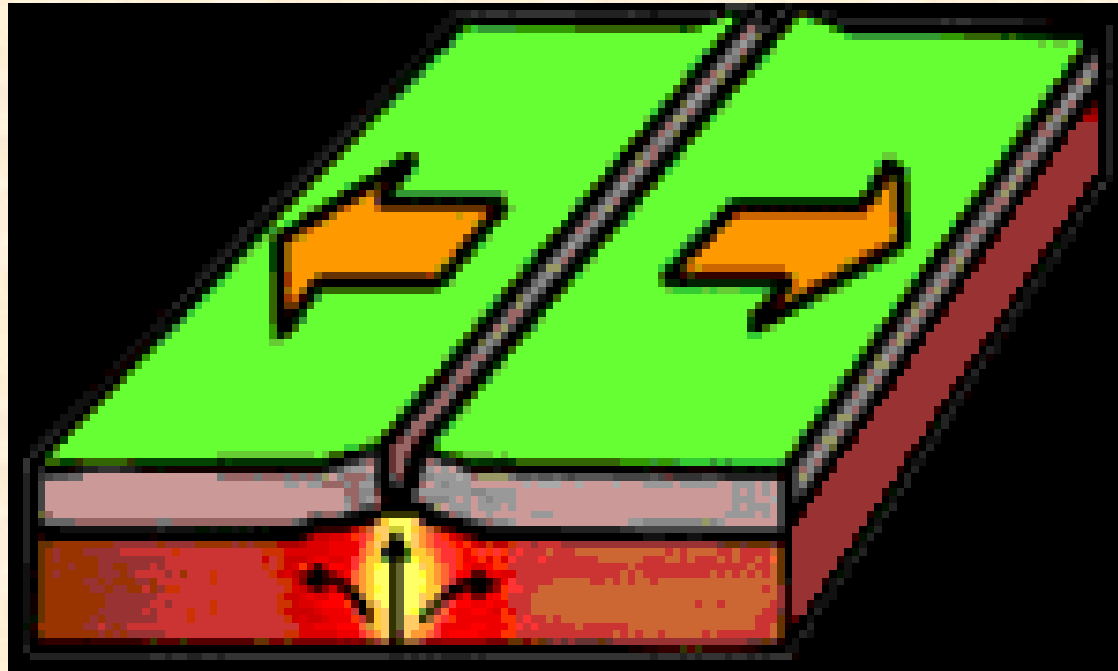
ΤΑ ΟΝΟΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΙ ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΛΙΘΟΣΦΑΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ



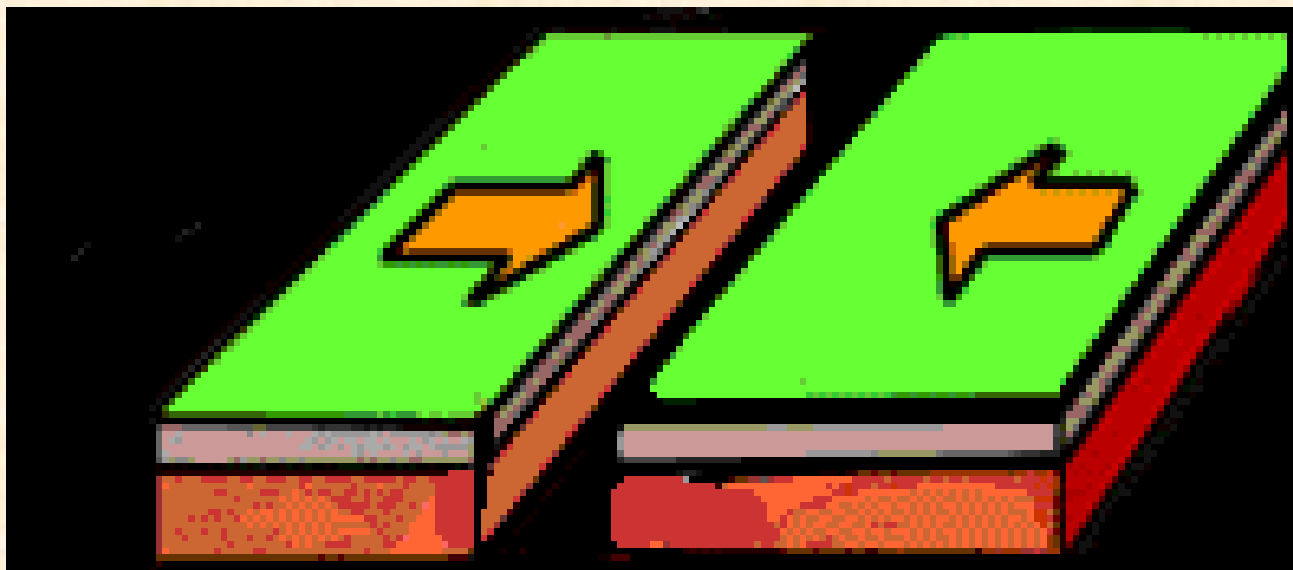
(συνέχεια)

- Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών αναπτύχθηκε παράλληλα με την υπόθεση της επέκτασης του θαλάσσιου πυθμένα και της έννοιας των ρηγμάτων μετασχηματισμού. Είναι το κύριο αίτιο για το σύνολο σχεδόν των γεωδυναμικών φαινομένων που παρατηρούνται στη Γη.
- Οι κινήσεις που πραγματοποιούν οι λιθοσφαιρικές πλάκες είναι 3:
 - 1) ΑΠΟΚΛΙΣΗ
 - 2) ΣΥΓΚΛΙΣΗ
 - 3) ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗ

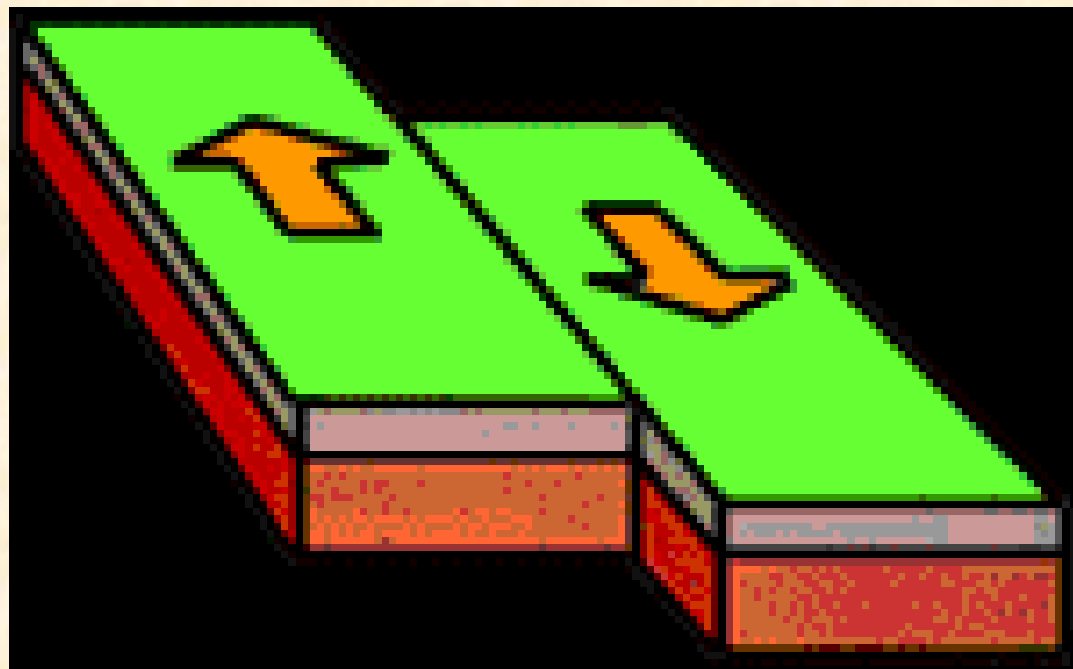
ΑΠΟΚΛΙΣΗ



ΣΥΓΚΛΙΣΗ



ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗ



(συνέχεια)

- Η λιθόσφαιρα (ο όρος πρωτοδιατυπώθηκε από τον R.A. Daly) είναι όπως προαναφέραμε ένα δύσκαμπτο στρώμα πάχους 80 Km περίπου που περιλαμβάνει τον φλοιό και μέρος του πάνω μανδύα και καλύπτει ολόκληρη την Γη. Αυτή δεν είναι συνεχή αλλά χωρίζεται από τα **2 παγκόσμια συστήματα διάρρηξης**.
- Χωρίς να υπάρχει προκαθορισμένος όρος για το τι είναι η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών, μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για την επιστημονική θεωρία που αναπτύχθηκε αργά, αλλά άλλαξε τις ιδέες μας για το πώς «λειτουργεί» η Γη.
- Η τεκτονική (των πλακών) είναι η μελέτη των δυνάμεων που δρουν στη Γη. Η δράση των δυνάμεων αυτών δημιούργησε τις ηπείρους, τους ωκεανούς, και γενικά όλα τα γεωμορφολογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά μεγάλης κλίμακας που βλέπουμε σήμερα στη Γη.

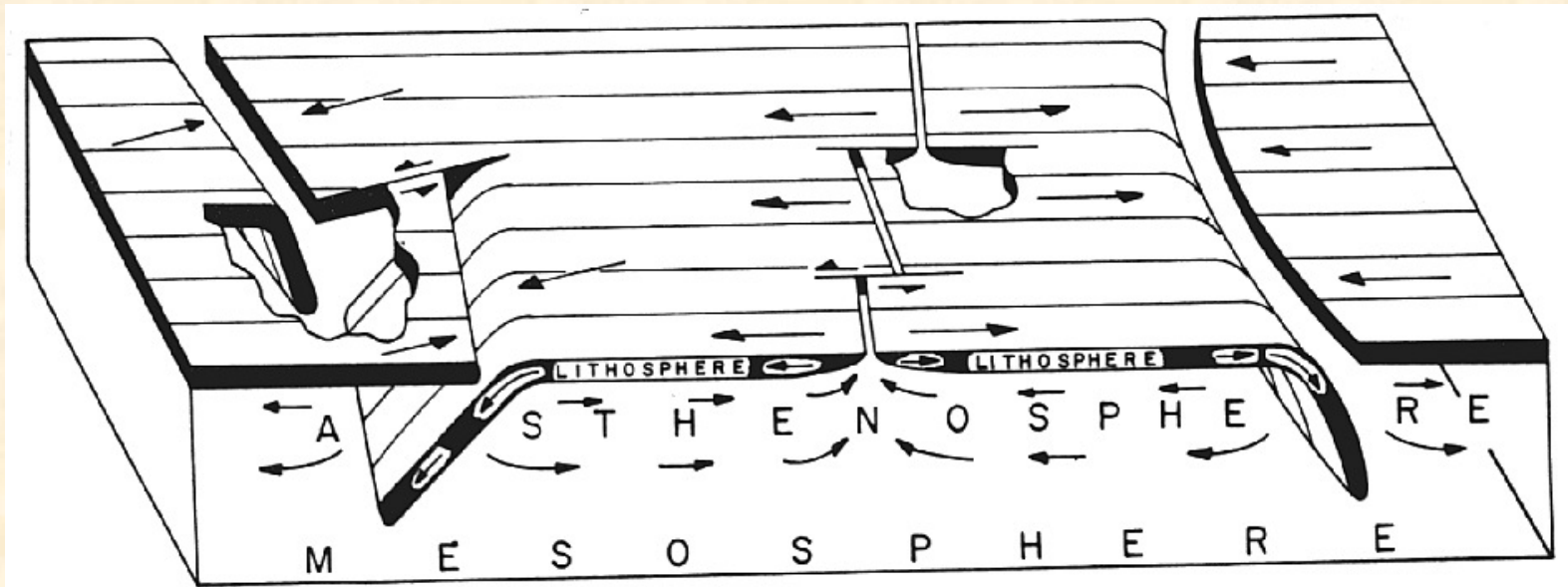
(συνέχεια)

- Η λιθόσφαιρα χωρίζεται από τα 2 παγκόσμια συστήματα διάρρηξης σε 6 μεγάλες λιθοσφαιρικές πλάκες και σε ισάριθμες μικρότερες που πραγματοποιούν κινήσεις μεταξύ τους η ταχύτητα των οποίων μπορεί να φτάσει τα 10 cm/yr. Πολύ σπουδαίο ρόλο, τόσο στη γένεση-καταστροφή, όσο και στην κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών, παίζουν τα όρια (ή οι παρυφές) της επαφής τους. Αυτά χωρίζονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:
 - 1) ζώνες σύγκλισης-κατάδυσης
 - 2) στις μεσο-ωκεάνιες ράχεις και
 - 3) στα ρήγματα μετασχηματισμού

(συνέχεια)

- Τα όρια επαφής των λιθοσφαιρικών πλακών οριοθετούνται με ακρίβεια με γεωφυσικές και κυρίως σεισμολογικές μεθόδους. Έτσι είναι γνωστό σήμερα ότι οι μεγάλες σεισμικές ζώνες που παρατηρούνται στη Γη ταυτίζονται σχεδόν με τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Εξαιρέσεις αποτελούν οι μεγάλες ενδοηπειρωτικές ενεργές παραμορφώσεις, π.χ. Κίνα.
- Κατά την κίνησή τους οι λιθοσφαιρικές πλάκες συγκρούονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται παραμορφωτικές τάσεις στις παρυφές τους. Συνέπεια αυτών των κινήσεων είναι η βύθιση ωκεάνιων πλακών μεγάλης πυκνότητας κάτω από ηπειρωτικές πλάκες, κοντά στα **νησιωτικά τόξα** ή σε παρόμοιες τεκτονικές δομές.

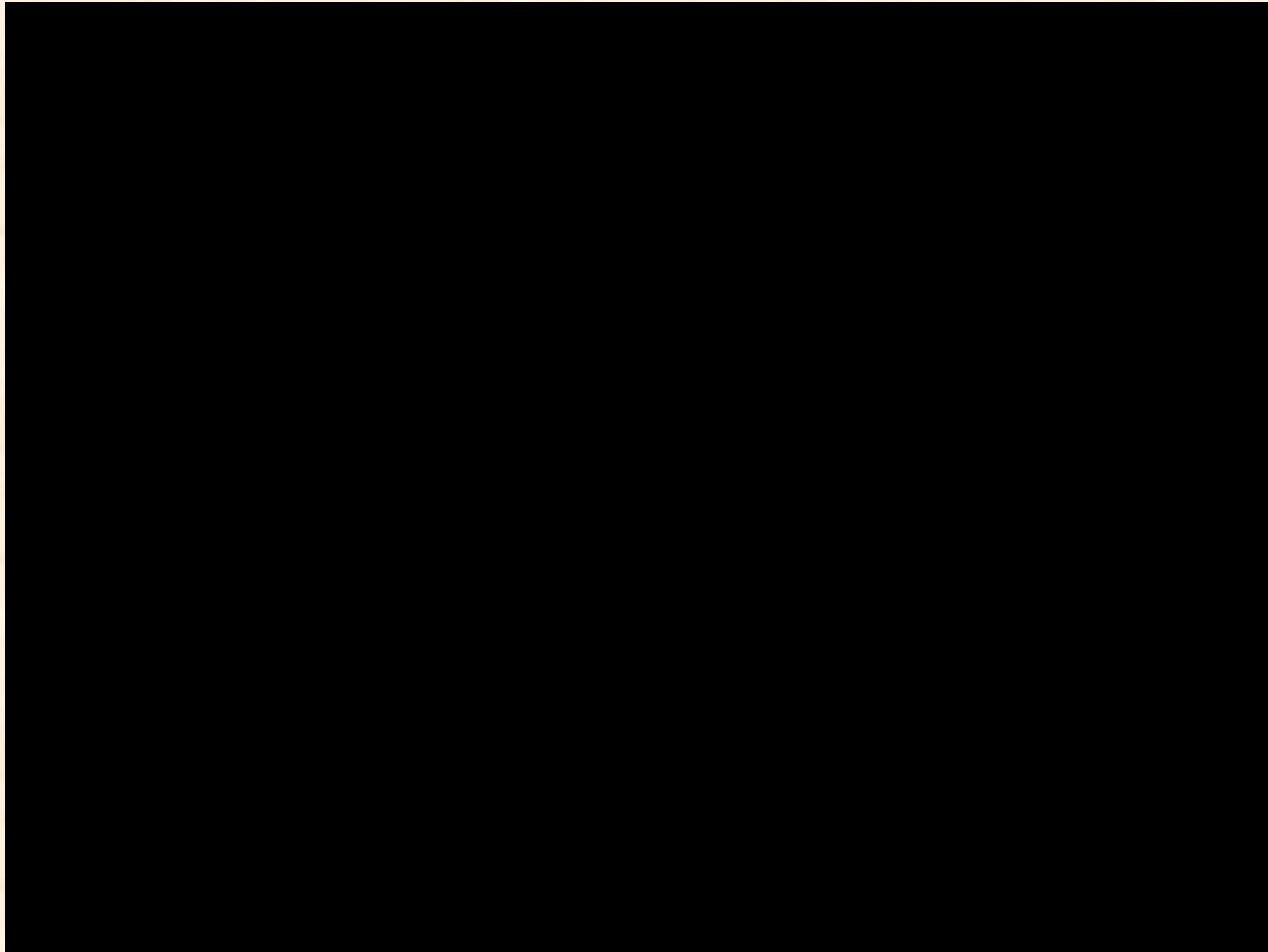
Γενικά κάθε πλάκα κινείται οριζόντια με διεύθυνση από την μεσο-ωκεάνια πλάκα, όπου γεννάται, προς την ηπειρωτική ζώνη διάρρηξης (τάφρος), όπου το μπροστινό τα τμήμα καταστρέφεται με πλάγια κατάδυση μέσα στην ασθενόσφαιρα.



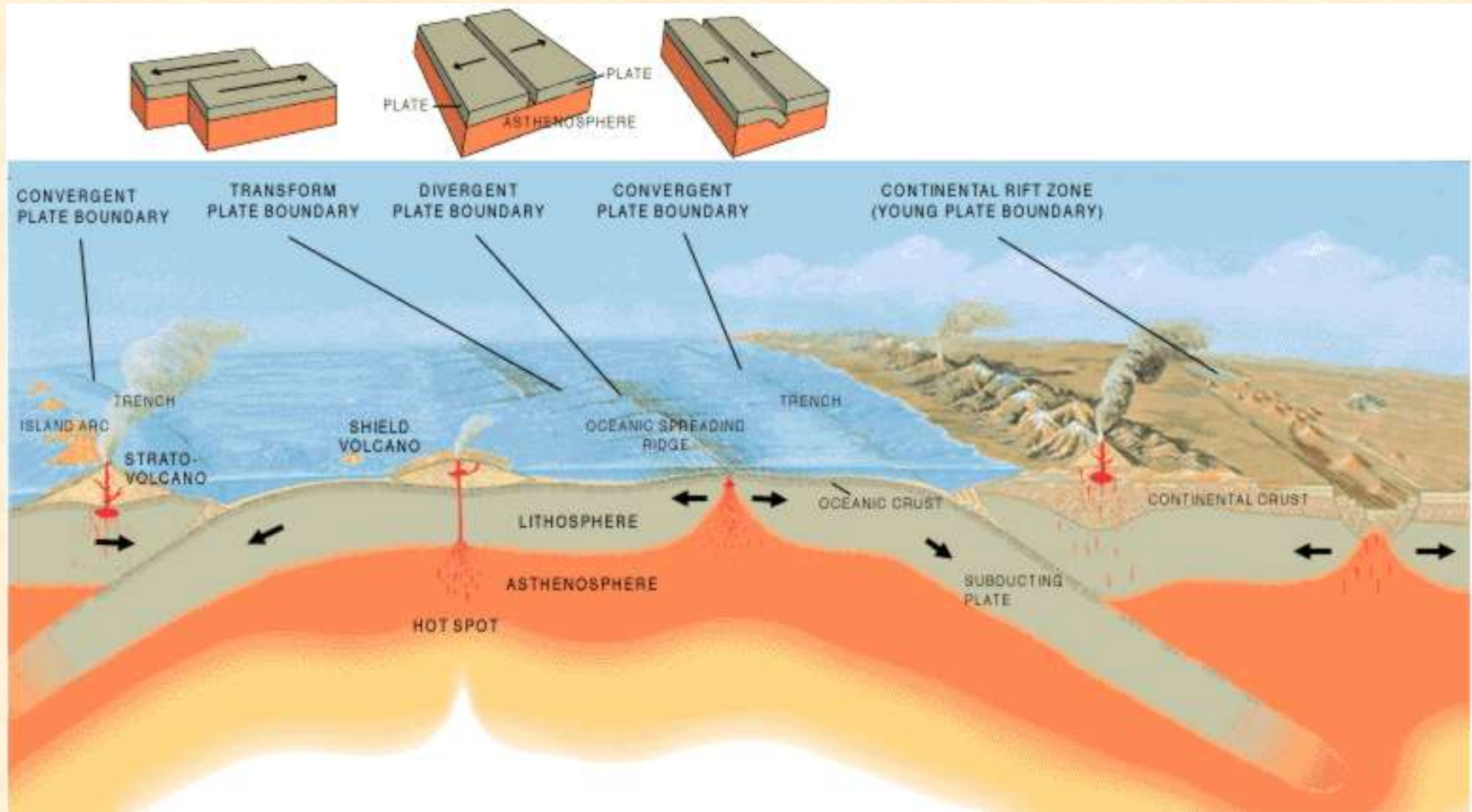
Το κλασσικό σχήμα των Isacks et al., 1968

Τυπικό νησιωτικό τόξο (video)

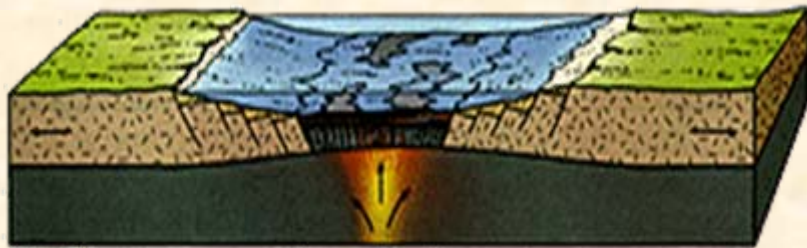
Πατήστε ένα κλίκ πάνω στο μαύρο αφού διευρύνεται την οθόνη



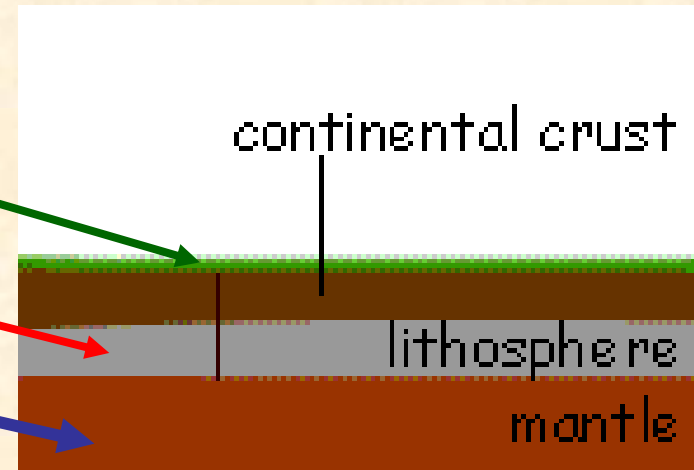
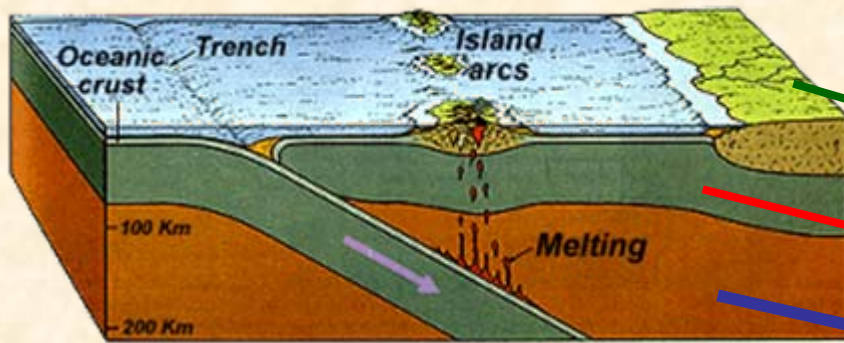
Γενική κίνηση πλάκας από μεσο-ωκεάνια ράχη προς ζώνη κατάδυσης



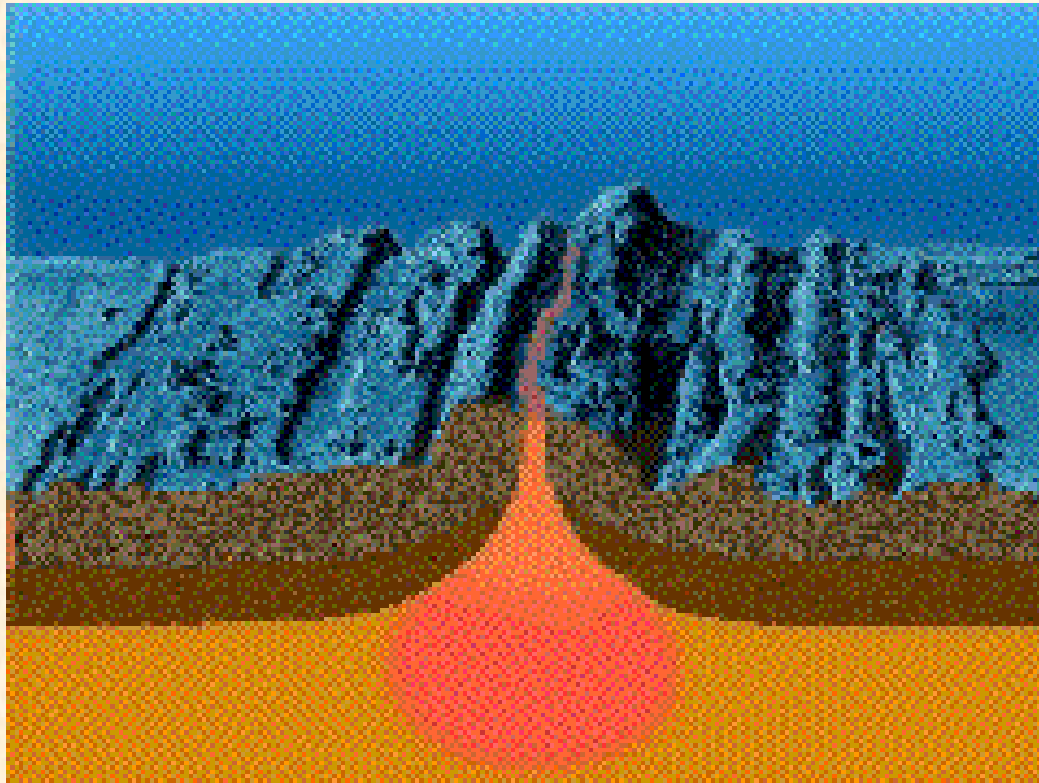
Μεσο-ωκεάνια ράχη Γένεση λιθοσφαιρικής πλάκας



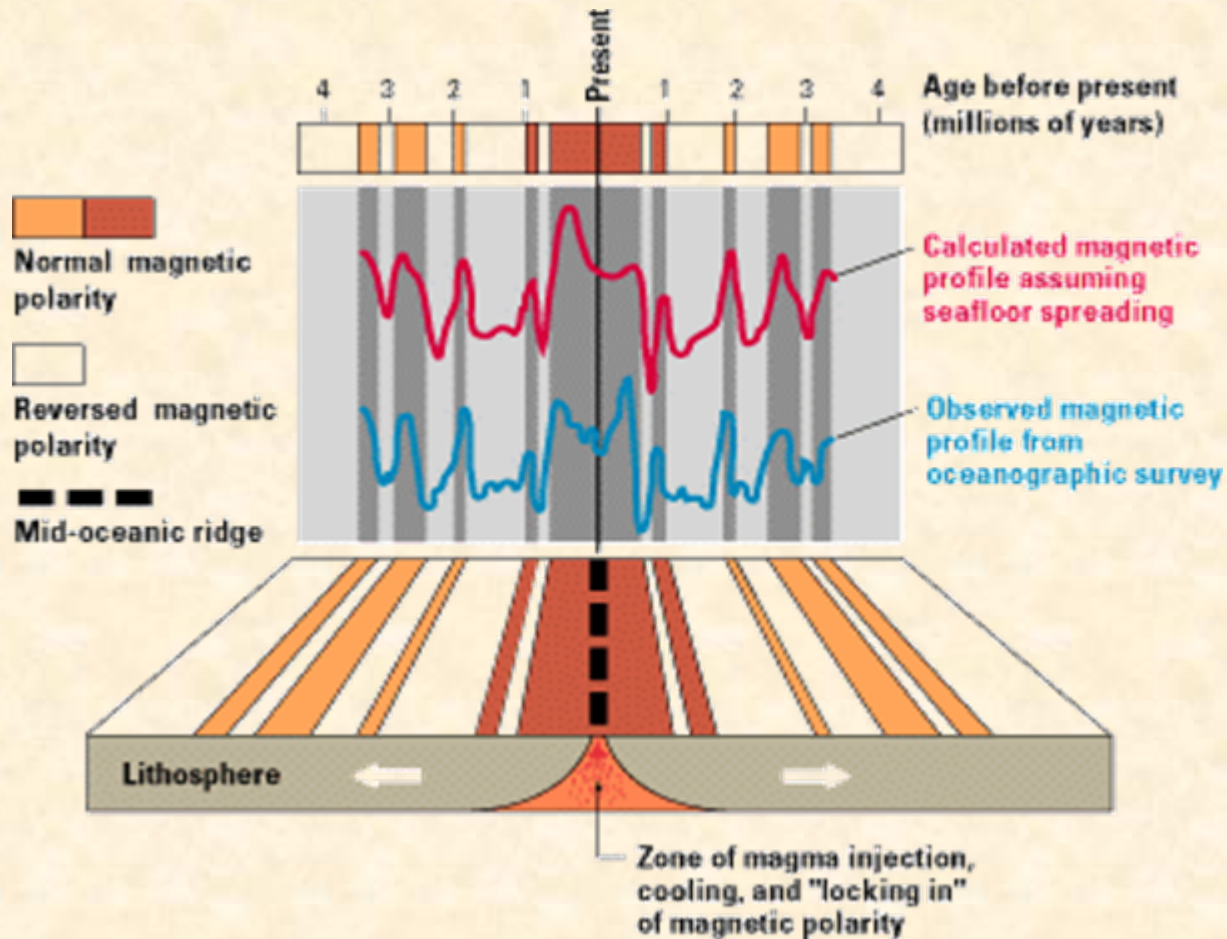
Ωκεάνια τάφρος-ζώνη κατάδυσης Καταστροφή λιθοσφαιρικής πλάκας



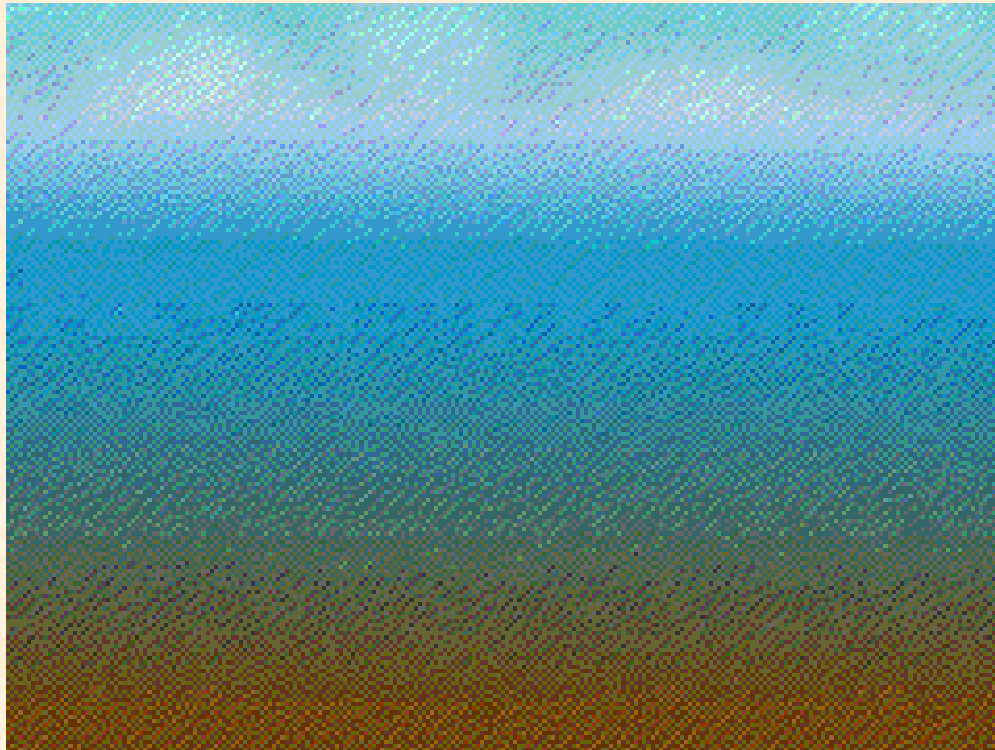
Μεσο-ωκεάνια ράχη. Το υλικό που βγαίνει και προσκολλάται στις παρυφές της ράχης, προσανατολίζεται παράλληλα προς το μαγνητικό πεδίο της Γης που επικρατεί την εποχή εκείνη και έτσι βλέπουμε τις εκατέρωθεν της ράχης λωρίδες



Θετικά (κανονικές) και αρνητικά (ανάστροφες) μαγνητισμένες ζώνες του υλικού που βγαίνει από τη Γη. Διακρίνονται επίσης τα μαγνητογράμματα και η ερμηνεία τους. Η ταινία στο πάνω μέρος του σχήματος δείχνει την ηλικία της πλάκας.

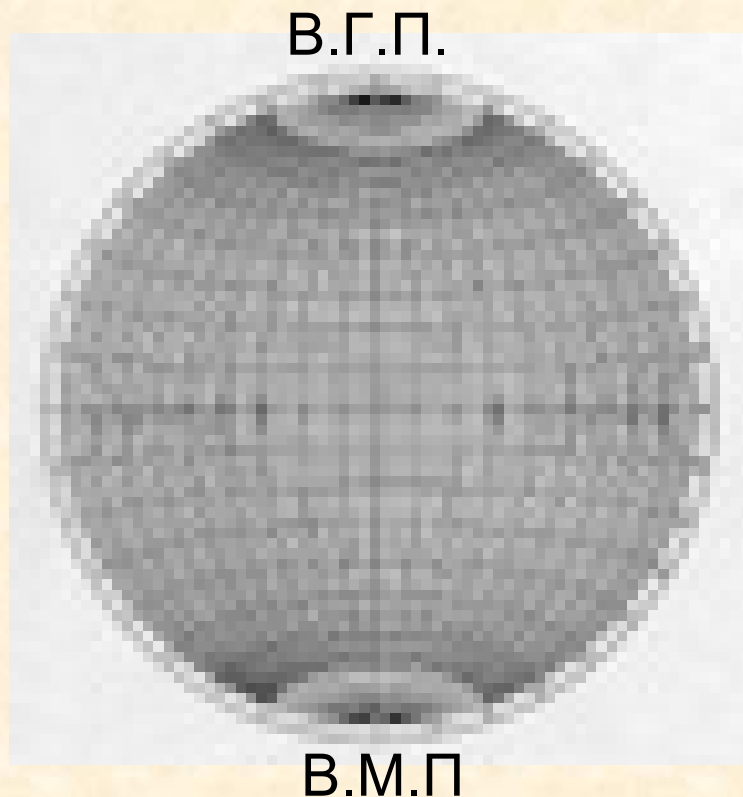


Οι έρευνες για τις μαγνητισμένες ζώνες γίνονται με ειδικά σκάφη στους ωκεανούς. Στην προηγούμενη εικόνα (με μπλε γραμμή) φαίνεται το καταγραφόμενο μαγνητόγραμμα

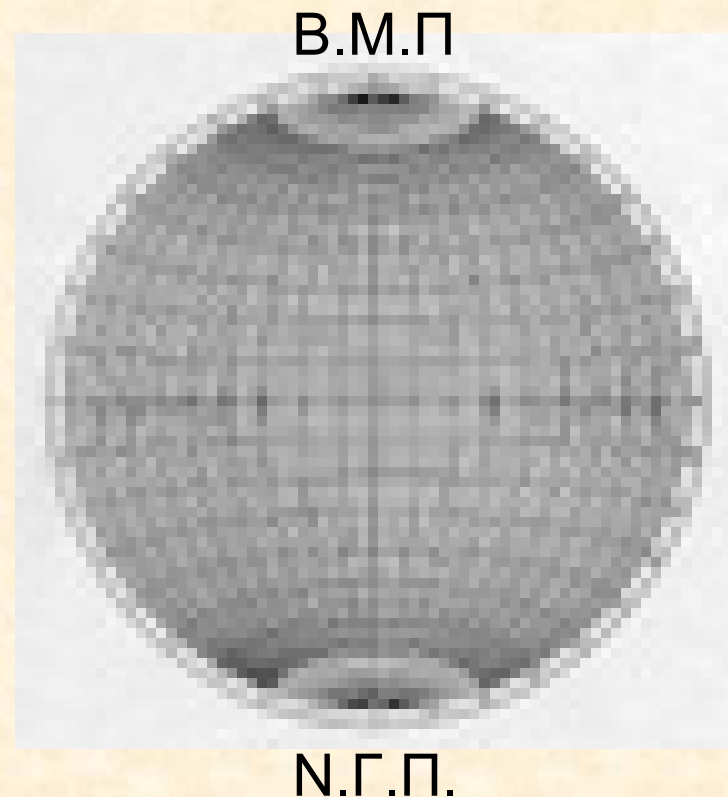


Τι εννοούμε όταν λέμε ότι έχουμε θετικές και αρνητικές μαγνητικές ανωμαλίες

α) Θετικές: συμφωνούν με το σημερινό μαγνητικό πεδίο της Γης



β) Αρνητικές: αντίθετες με το σημερινό μαγνητικό πεδίο της Γης



(συνέχεια)

- Λόγω της διεύθυνσης της κίνησης των πλακών αναπτύσσονται δυνάμεις εφελκυσμού στις μεσο-ωκεάνιες ράχες που είναι κάθετες στους άξονες των ράχων. Από την άλλη μεριά παρατηρείται ανάπτυξη δυνάμεων συμπίεσης στα νησιωτικά τόξα που είναι κάθετες προς τον άξονα της τάφρου, και δίνουν ανάστροφα ρήγματα.
- Στα νησιωτικά τόξα, έχει παρατηρηθεί, ότι το τμήμα της βυθιζόμενης πλάκας φθάνει μέχρι βάθος 700 Km περίπου. Αυτό εξηγεί γιατί στις περιοχές αυτές έχουμε και σεισμούς βάθους, ενώ αυτοί λείπουν από τις μεσο-ωκεάνιες ράχες.
- Πολλές φορές στα νησιωτικά τόξα, όπου ασκούνται δυνάμεις συμπίεσης, έχουν παρατηρηθεί στο πάνω μέρος της πλάκας που βυθίζεται, δυνάμεις εφελκυσμού. Αυτό οφείλεται στην κάμψη της πλάκας σε αυτό το τμήμα.

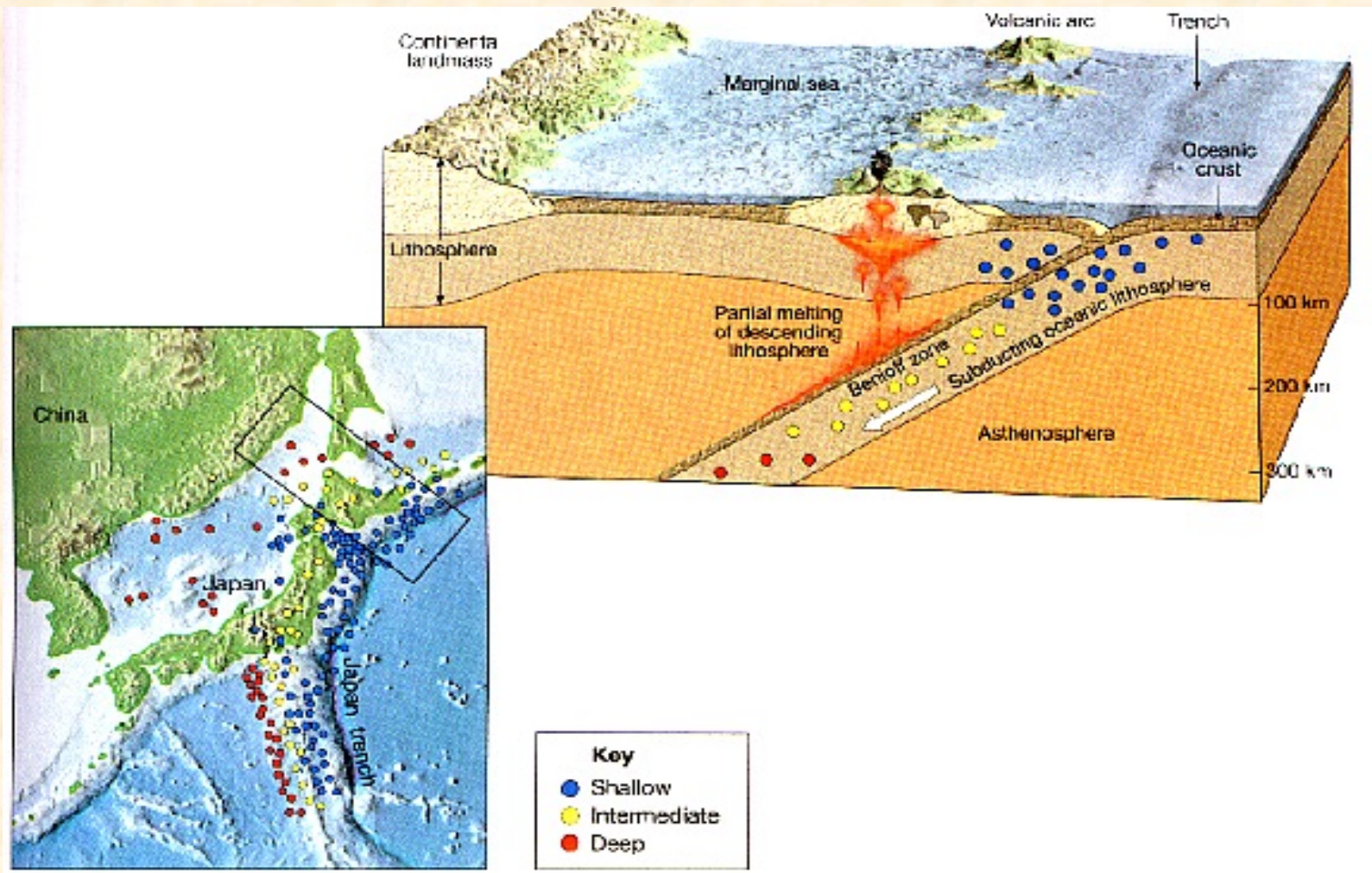
(συνέχεια)

- Κατά την βύθιση του μπροστινού μέρους μίας ωκεάνιας πλάκας λιθοσφαιρικής πλάκας, παράγονται εξ αιτίας της σημαντικής τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ της βυθιζόμενης πλάκας και του ευρισκομένου από πάνω υλικού, μεγάλα ποσά θερμότητας. Πραγματοποιείται έτσι τήξη του υλικού που βρίσκεται πάνω από την βυθιζόμενη πλάκα, το οποίο ανεβαίνει προς την επιφάνεια και δημιουργεί έτσι τα παρατηρούμενα στο εσωτερικό μέρος των τόξων, ηφαιστειακά φαινόμενα.

(συνέχεια)

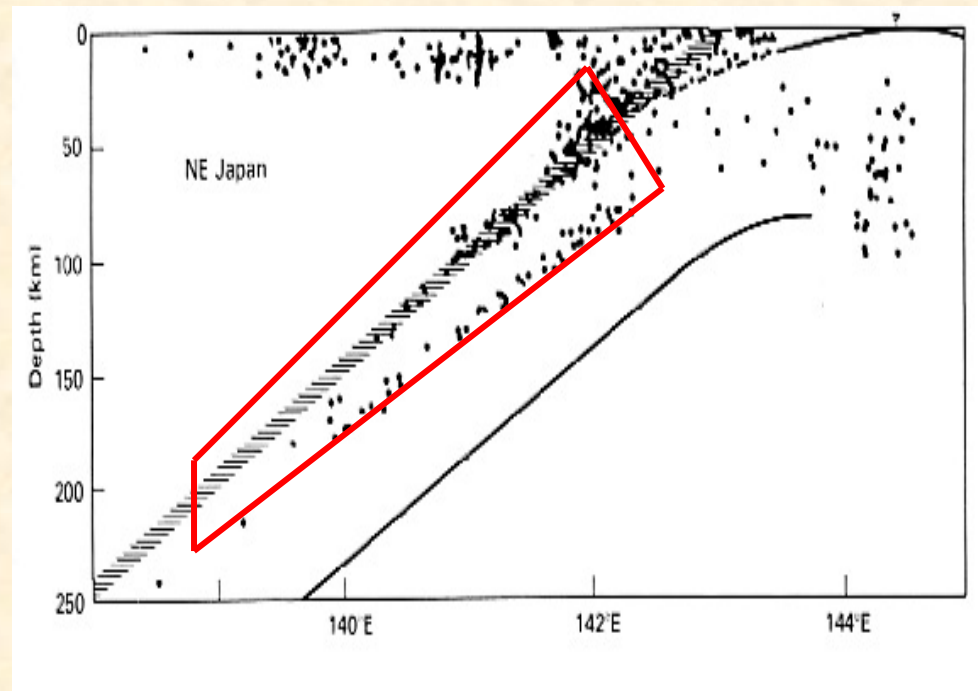
- Οι εστίες των σεισμών ενδιαμέσου και μεγάλου βάθους δεν κατανέμονται τυχαία στις πλάκες που βυθίζονται, αλλά βρίσκονται σε μία επιφάνεια (στο πάνω μέρος της βυθιζόμενης πλάκας), που κλίνει από το εξωτερικό προς το εσωτερικό μέρος των τόξων. Οι κεκλιμένες αυτές ζώνες πάνω στις οποίες βρίσκονται οι εστίες των σεισμών ενδιαμέσου και μεγάλου βάθους λέγονται **ζώνες Benioff** προς τιμή του επιστήμονα που προσδιόρισε τις επιφάνειες αυτές και μελέτησε τις ιδιότητές τους. Οι κλίσεις των ζωνών αυτών υπολογίζεται ότι φθάνουν για τα μικρά βάθη τις 30° , ενώ για τα μεγαλύτερα προσεγγίζουν τις 60° . Περισσότερες πληροφορίες για τις ζώνες αυτές μπορούμε να πάρουμε, από την μελέτη των πλατών των κυμάτων χώρου, αναλύοντας τις αναγραφές των σεισμών βάθους.

Τυπική ζώνη Benioff



Σεισμικότητα της ζώνης Benioff

- Στη ζώνη Benioff οι σεισμοί συμβαίνουν **μόνο στο πάνω μέρος** της ζώνης που βυθίζεται (με κόκκινο χρώμα) διότι αυτό είναι το μέρος που τρίβεται με την υπερκείμενη πλάκα και εξαιτίας αυτού δημιουργούνται παραμορφώσεις.



ΤΑ ΔΥΟ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ

- Το σύνολο σχεδόν των γεωδυναμικών φαινομένων που παρατηρούνται στη Γη συμβαίνουν στα 2 παγκόσμια συστήματα διάρρηξης. Δηλαδή:
- 1) Το ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης και
- 2) Το σύστημα των μεσο-ωκεανίων ράχων

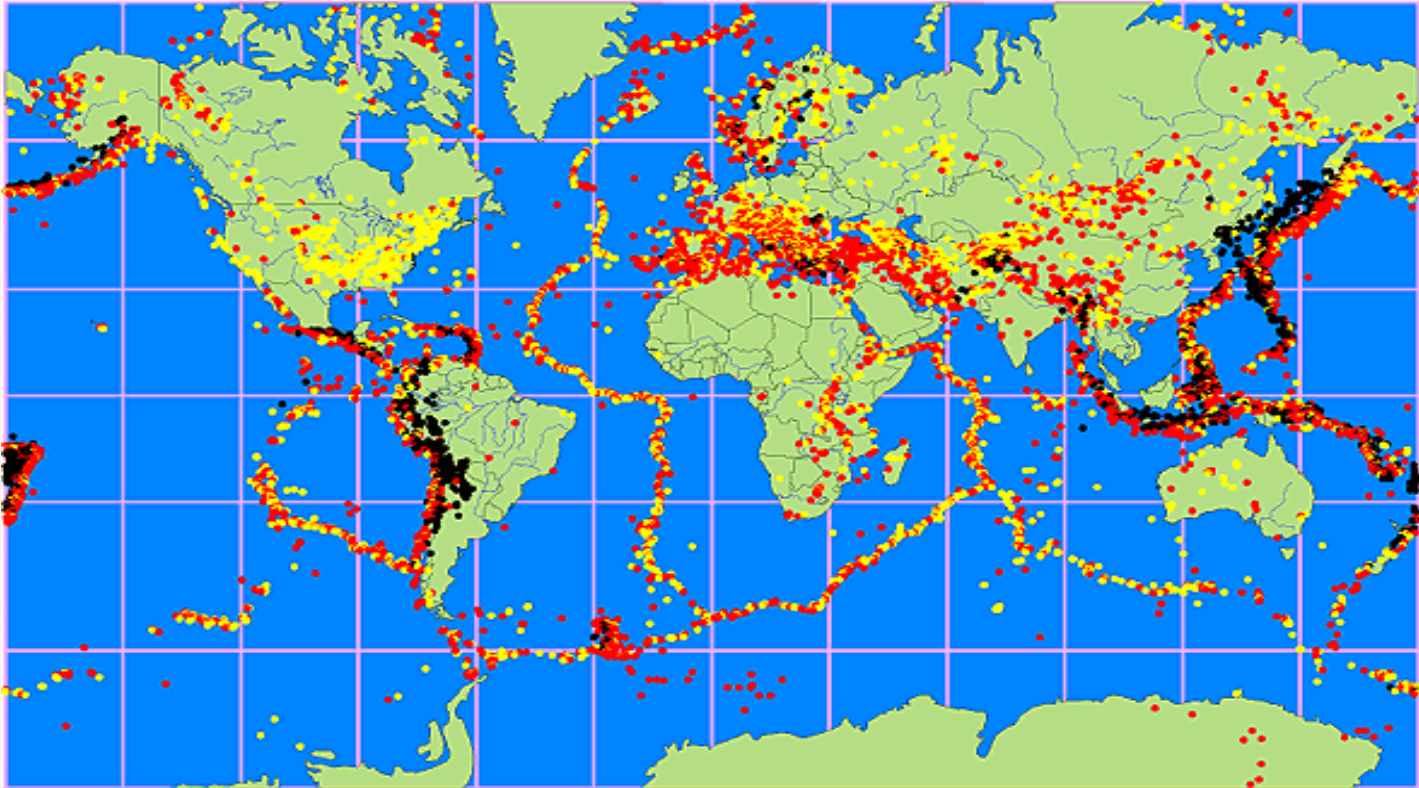
Οι σεισμοί ανάλογα με το βάθος στο οποίο γίνονται χωρίζονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

- 1) επιφανειακοί σεισμοί $\Rightarrow$ βάθος $h \leq 60 \text{ Km}$
- 2) ενδιάμεσου βάθους $\Rightarrow$ βάθος $61 \leq h \leq 300 \text{ Km}$ και
- 3) πλουτώνιοι σεισμοί $\Rightarrow$ βάθος $h > 300 \text{ Km}$

Το μεγαλύτερο βάθος σεισμού που έχει παρατηρηθεί μέχρι τώρα είναι 720 Km και έγινε στα νησιά Kermadec-Tonga.

ΤΟ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΡΡΗΞΗΣ

- Αυτό αποτελείται από 2 μεγάλους κλάδους.
- 1) Την **Περειρηνική ζώνη** που περιλαμβάνει όλες τις χώρες που βρέχονται από τον Ειρηνικό ωκεανό
- 2) Την **Ευρασιατική-Μελανησιακή ζώνη** που αρχίζει από το Γιβραλτάρ και φθάνει μέχρι την Βιρμανία όπου και ενώνεται με την προηγούμενη ζώνη μέσω του νησιωτικού τόξου της Ινδονησίας



Κόκκινα=επιφανειακοί, κίτρινα=ενδιαμέσου βάθους,μαύρα=πλουτώνιοι

(συνέχεια)

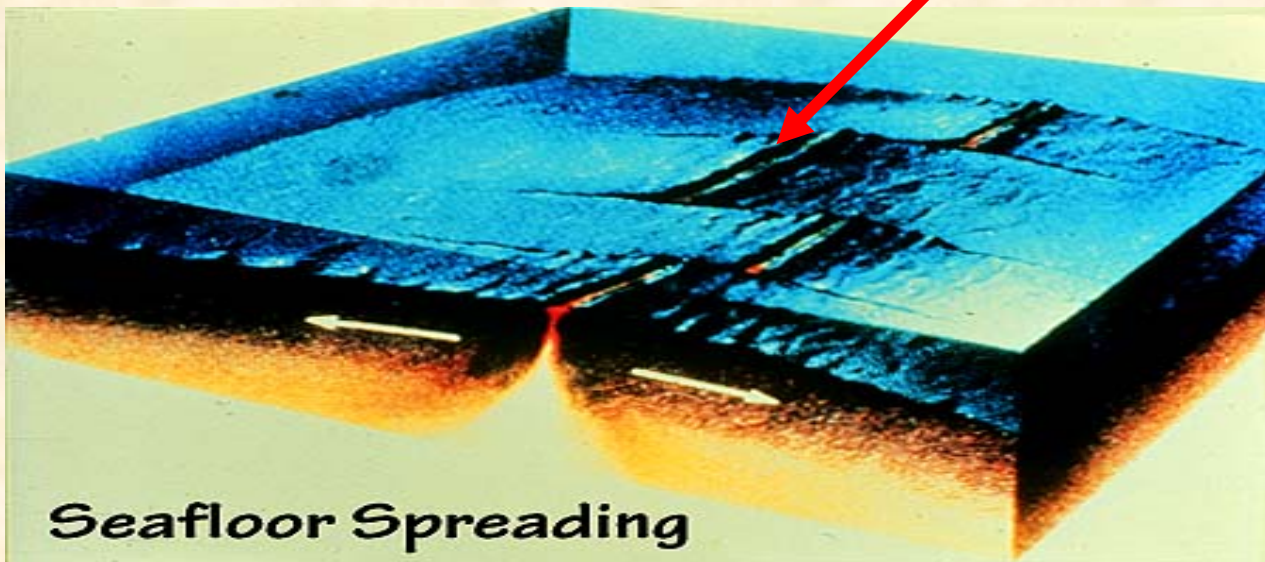
- Στις 2 αυτές ζώνες του ηπειρωτικού συστήματος διάρρηξης βρίσκονται όλες οι νέες οροσειρές, τα νησιωτικά τόξα, το σύνολο των ανδεσιτικών ηφαιστείων, όλες οι εστίες των σεισμών βάθους και το μεγαλύτερο μέρος των εστιών των επιφανειακών σεισμών.
- Η εκλυόμενη ενέργεια σε όλες τις περιοχές γύρω από τον Ειρηνικό ωκεανό αποτελεί το 77% του συνόλου της κατ' έτος εκλυόμενης σεισμικής ενέργειας της Γης. Ιδιαίτερα για το τμήμα που εκτείνεται από το κεντρικό νησί Χονσού μέχρι την χερσόνησο της Καμτσάκας η σεισμική δράση φθάνει το 12% του ετήσιου συνόλου των επιφανειακών σεισμών σε όλη τη Γη.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΜΕΣΟ-ΩΚΕΑΝΙΩΝ ΡΑΧΕΩΝ

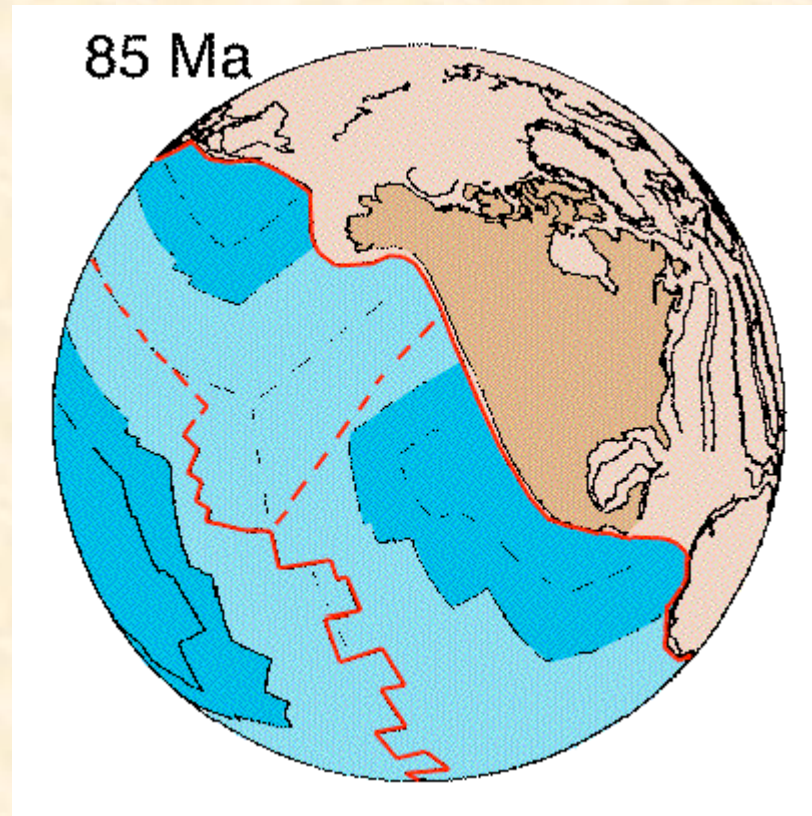
- Ένα σύστημα υποβρυχίων εξάρσεων του υποθαλάσσιου φλοιού αποτελεί την ζώνη διάρρηξης των μεσο-ωκεανίων ράχων. Γεωφυσικές έρευνες έδειξαν ότι τα υποθαλάσσια αυτά «βουνά» φθάνουν σε ύψος μέχρι 3.000 m. Το σύστημα αυτό των ζωνών διάρρηξης διασχίζει τον Ατλαντικό ωκεανό από βορρά προς νότο διαγράφοντας μία μορφή S (μεσο-ατλαντική ράχη). Στο νότιο τμήμα στρέφεται προς τα νοτιοανατολικά περνάει μεταξύ Αφρικής και Ανταρκτικής και εισχωρεί στον Ινδικό ωκεανό. Ανατολικά της Μαδαγασκάρης διχάζεται . Ο ένας κλάδος ακολουθώντας βόρεια διεύθυνση, φθάνει στη Αραβική θάλασσα και ενώνεται στον κόλπο του Άντεν με το σύστημα διάρρηξης του βυθίσματος της ανατολικής Αφρικής. Ο άλλος κλάδος ακολουθεί νοτιο-ανατολική διεύθυνση και περνώντας μεταξύ Αυστραλίας και Ανταρκτικής μπαίνει στον Ειρηνικό ωκεανό. Στη συνέχεια κάμπτεται προς βορρά και φθάνει μέχρι το δυτικό μέρος της βόρειας Αμερικής. Στον άξονά τους υπάρχει μία στενή ζώνη με έντονη ηφαιστειακή δράση και οι κορυφές των ράχων χαρακτηρίζονται από έλλειψη ιζημάτων.

(συνέχεια)

- Το σύστημα των μεσο-ωκεανίων ράχων το αποτελούν τμήματα του υποθαλάσσιου πυθμένα . Όμως, συναντάμε επεκτάσεις του συστήματος αυτού και σε τμήματα της ξηράς. Τέτοια είναι η διάρρηξη στην ανατολική Αφρική, και η περιοχή του ρήγματος του Άγιου Ανδρέα στην Καλιφόρνια. Οι μεσο-ωκεάνιες ράχες τέμνονται σε διάφορα μέρη από ρήγματα, τα οποία είναι κάθετα προς τις διευθύνσεις των κυρίων αξόνων των ράχων και λέγονται **ρήγματα μετασχηματισμού**.



Διάνοιξη μεσο-ωκεάνιας ράχης και δημιουργία της μικροπλάκας Cocos στην κεντρική Αμερική από την πλευρά του Ειρηνικού ωκεανού



(συνέχεια)

- Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η μορφολογία και η τεκτονική των μεσο-ωκεανίων ράχων εξαρτάται από τον ρυθμό απομάκρυνσης των πλακών εκατέρωθεν της ράχης.
- Από έρευνες που έκανε ο McDonald (1982) χώρισε αυτές σε 3 μεγάλες κατηγορίες:
- 1) Σε αυτές που έχουν μικρό ρυθμό απομάκρυνσης 1-5 cm/yr (π.χ. μεσο-ατλαντική και Ινδο-ατλαντική ράχη) όπου υπάρχει στον άξονα της ράχης η «κοιλιάδα» που χαρακτηρίζεται από ανώμαλη τοπογραφία.
- 2) Σε αυτές που έχουν ενδιάμεσο ρυθμό απομάκρυνσης 5-9 cm/yr (π.χ. πλάκα των νησιών Γκαλαπάγκος) όπου υπάρχει μικρή «κοιλιάδα» με ομαλότερη τοπογραφία στον άξονα της ράχης.
- 3) Σε αυτές που χαρακτηρίζονται από υψηλό ρυθμό απομάκρυνσης >9 cm/yr (π.χ. πλάκα Νάζκα, πλάκα Ειρηνικού) που χαρακτηρίζονται από ομαλή τοπογραφία, ενώ λείπει σχεδόν τελείως και η «κοιλιάδα» από τον άξονα της ράχης.

(συνέχεια)

- Σε όλες τις περιπτώσεις στον άξονα των μεσο-ωκεανίων ράχων υπάρχει μία στενή ζώνη ηφαιστειακής δράσης και τα πετρώματα τους αποτελούνται από λάβες. Οι κορυφές των ράχων χαρακτηρίζονται έλλειψη ιζημάτων. Η γήινη ροή θερμότητας είναι μεγάλη στις ράχες και ελαττώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτές. Το πεδίο βαρύτητας δεν εμφανίζει αξιόλογη διατάραξη, ενώ το μαγνητικό πεδίο εμφανίζει χαρακτηριστικές ιδιότητες. Στις ράχες εμφανίζονται μόνο επιφανειακοί σεισμοί, τα επίκεντρα των οποίων βρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά στους κύριους άξονες των ράχων και στα ρήγματα μετασχηματισμού.
- Κατά τον McDonald φαίνεται ότι τόσο η μορφολογία, όσο και ο ρυθμός απομάκρυνσης και η ύπαρξη ή όχι της «κοιλιάδας» συνδέονται με το αν η πλάκα βρίσκεται σε ωκεανό όπου έχουμε απομάκρυνση μεταξύ των πλακών (π.χ. Ατλαντικός, Ινδικός) ή σε ωκεανό όπου έχουμε σύγκρουση πλακών (π.χ. Ειρηνικός). Από έρευνες που έγιναν σχετικά με την ύπαρξη ή όχι της «κοιλιάδας» διατυπώθηκαν αρκετές υποθέσεις, από τις οποίες 2 είναι οι επικρατέστερες: α) αυτές που συνδέουν την ύπαρξη της «κοιλιάδας» με το ιξώδες του μάγματος που εξέρχεται στο σημείο εκείνο, και β) αυτές που σχετίζουν την ύπαρξη της «κοιλιάδας» με την επίδραση της υδραυλικής πίεσης στην ταχύτητα ανόδου του μάγματος.

ΖΩΝΕΣ ΚΑΤΑΔΥΣΗΣ

- Οι λιθοσφαιρικές πλάκες, όπως προαναφέρθηκε, αποκλίνουν από τις μεσο-ωκεάνιες πλάκες όπου σχηματίζονται από υλικό που βγαίνει από το εσωτερικό της Γης, με σχετικές κινήσεις που πραγματοποιούν πάνω στα ρήγματα μετασχηματισμού. Όταν 2 πλάκες βρεθούν «αντιμέτωπες» συγκρούονται και βυθίζεται η μία κάτω από την άλλη, με πλάγια κατάδυση, στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης, όπου και καταστρέφονται μέσα στην ασθενόσφαιρα. Με βάση την δομή των 2 συγκρουόμενων πλακών έχουμε τις εξής τυπικές περιπτώσεις σύγκρουσης:

Υπερκείμενη πλάκα

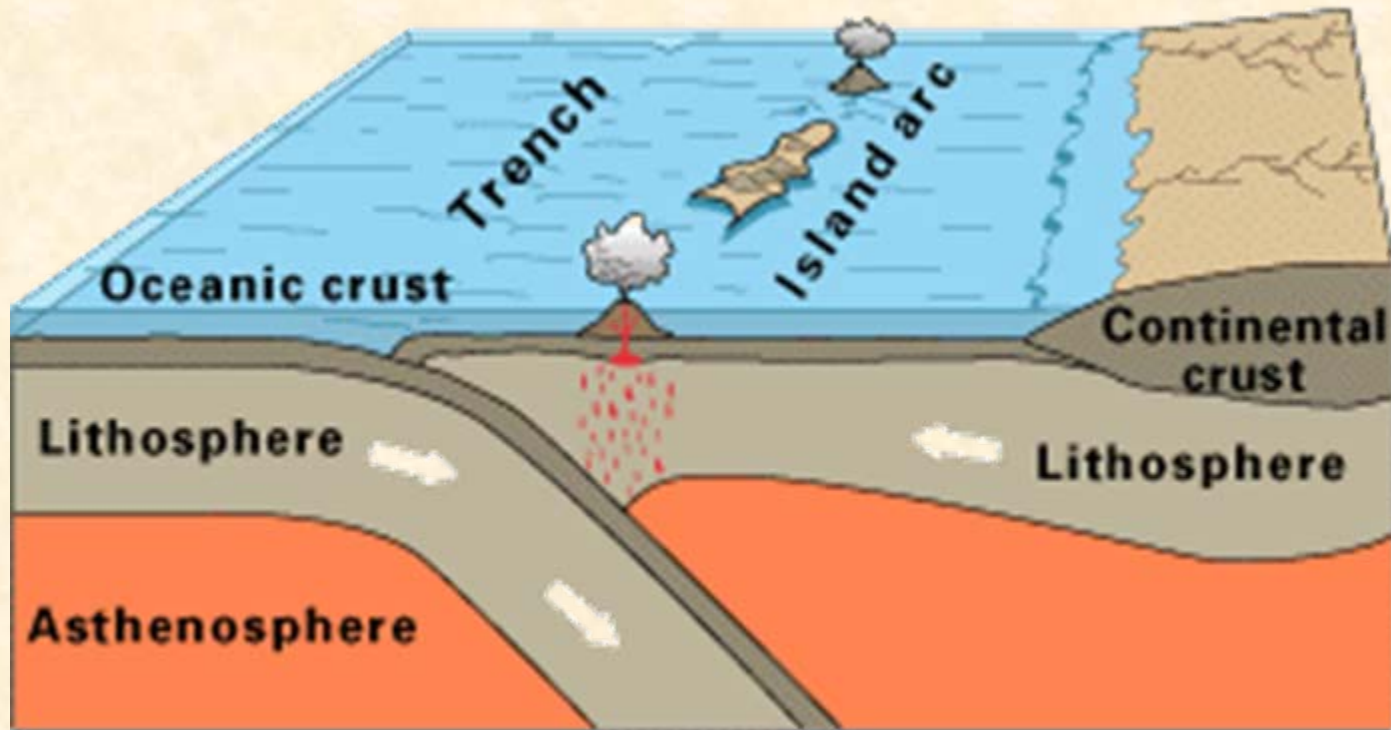
Ωκεάνια
Ηπειρωτική
Ηπειρωτική
Ωκεάνια

(Ιαπωνία)
(Περού, Χιλή)
(Ιμαλάϊα)
(???)

Βυθιζόμενη πλάκα

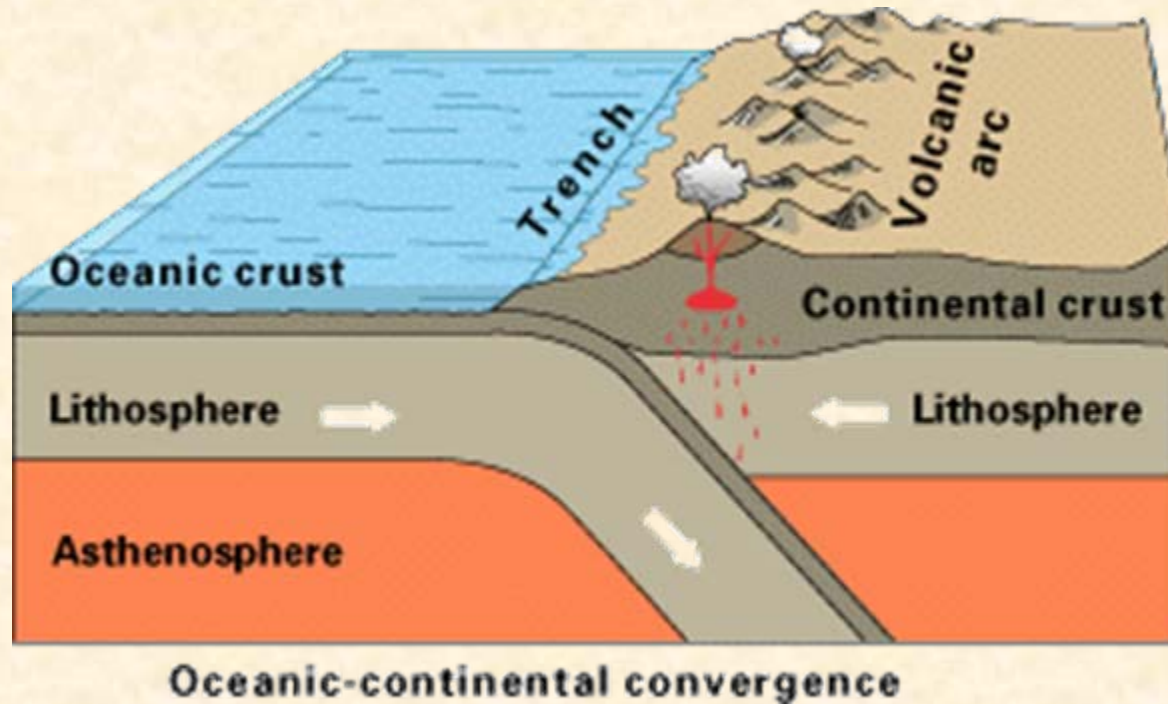
Ωκεάνια
Ωκεάνια
Ηπειρωτική
Ηπειρωτική

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΩΚΕΑΝΙΑΣ-ΩΚΕΑΝΙΑΣ

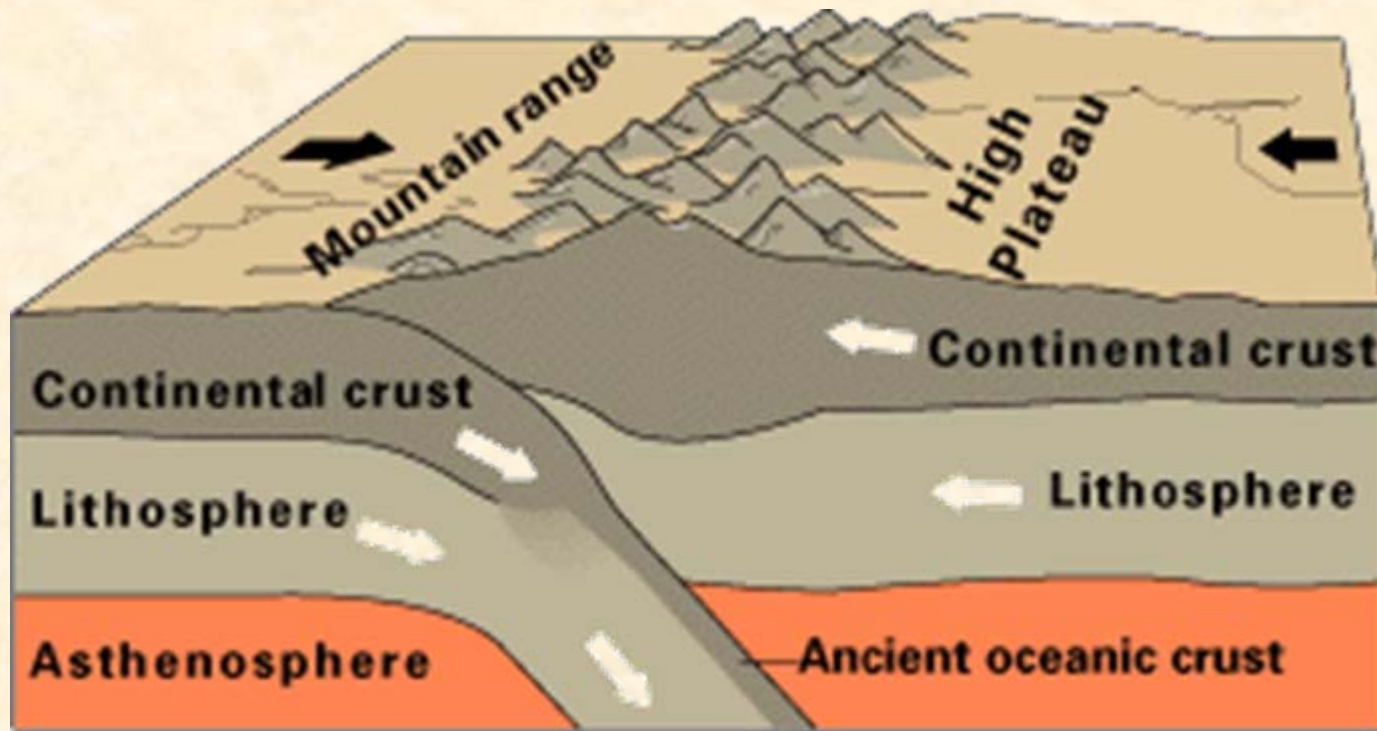


Oceanic-oceanic convergence

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ-ΩΚΕΑΝΙΑΣ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ-ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗΣ



Continental-continental convergence

(συνέχεια)

- Γενικά στην μορφολογία μίας ζώνης κατάδυσης, συναντούμε από τον ωκεανό προς αυτήν διάφορα τεκτονικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν τις ζώνες κατάδυσης:
- 1) Εξαιτίας της κάμψης της πλάκας που καταδύεται, συναντούμε 120-150 Km πριν την τάφρο, ένα κύρτωμα της βυθιζόμενης πλάκας ύψους 500 m περίπου.
- 2) Αμέσως μετά έχουμε την τάφρο που έχει μεγάλο βάθος, η οποία μπορεί να μην είναι ενιαία, αλλά να αποτελείται από μικρότερες.
- 3) Ακριβώς μετά την τάφρο υπάρχει ένα σύμπλεγμα ιζηματογενών καθώς και πετρωμάτων ωκεάνιου φλοιού που αποσχίστηκαν από την καταδυόμενη πλάκα. Το σύμπλεγμα αυτό ονομάζεται **πρίσμα επαύξησης**. Η περιοχή ονομάζεται και **πρώτο τόξο**.

(συνέχεια)

- 4) Η λεκάνη που συναντούμε αμέσως μετά, έχει γενικά μικρό βάθος και πρόκειται για μία περιοχή με σχετικά ήρεμο τεκτονικό περιβάλλον. Η περιοχή της λεκάνης αυτής ονομάζεται και **περιθωριακή λεκάνη (ή θάλασσα)**.
- 5) Τέλος υπάρχει αμέσως μετά, το νησιωτικό τόξο, που ονομάζεται και **δεύτερο τόξο**. Αποτελείται από ένα «εξωτερικό» ή γνωστότερο σαν **ιζηματογενές τόξο** και ένα «εσωτερικό» ή γνωστότερο σαν **ηφαιστειακό τόξο** παράλληλα σχεδόν μεταξύ τους. Το ιζηματογενές τόξο αποτελείται συνήθως από κοραλλιογενή και ηφαιστειοκλαστικά ιζήματα που υπέρκεινται ηφαιστειακών πετρωμάτων παλαιότερων από αυτά που συναντώνται στο ηφαιστειακό τόξο. Μετά από το ηφαιστειακό τόξο συναντούμε την **περιθωριακή θάλασσα**. Οι θάλασσες αυτές είναι μικρές ωκεάνιες λεκάνες που βρίσκονται στο εσωτερικό (κοίλο) μέρος των νησιωτικών τόξων. Το ηφαιστειακό τόξο βρίσκεται πάντα προς την ίδια μεριά της ζώνης κατάδυσης που βρίσκονται και οι σεισμοί βάθους.

(συνέχεια)

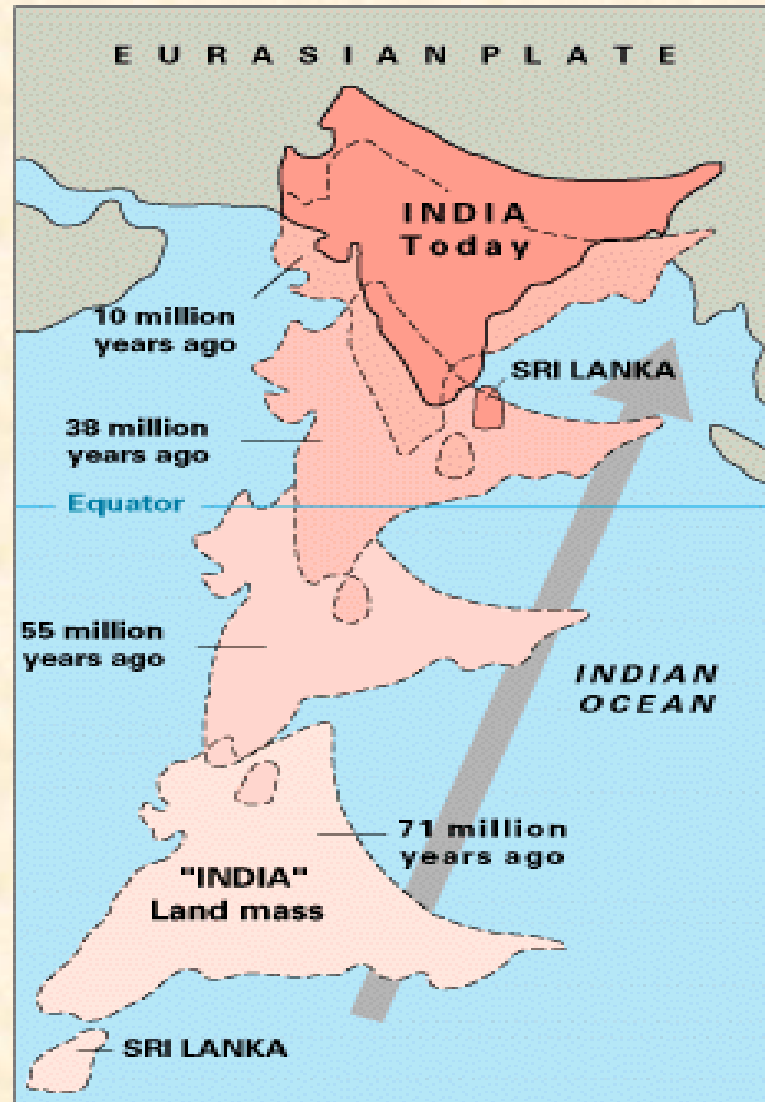
- Λόγω των τεκτονικών αυτών διεργασιών συναντούμε στο **εσωτερικό μέρος** των τόξων έντονες μαγνητικές ανωμαλίες υψηλές τιμές θερμικής ροής, θετικές βαρυτομετρικές ανωμαλίες ελεύθερου αέρα.
- Στο **εξωτερικό μέρος** των τόξων οι μαγνητικές τιμές των ανωμαλιών είναι σχεδόν μηδενικές, η ροή θερμότητας είναι μικρή και οι βαρυτομετρικές ανωμαλίες ελεύθερου αέρα είναι αρνητικές.
- Όπως προαναφέρθηκε η κατάδυση της ωκεάνιας πλάκας δίνει δύο διαφορετικούς τύπους ορογενετικών ζωνών που εξαρτώνται από την φύση της υπερκείμενης πλάκας. Κατάδυση κάτω από ωκεάνια λιθοσφαιρική πλάκα έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό των τεκτονικών χαρακτηριστικών που αναφέραμε προηγουμένως.

(συνέχεια)

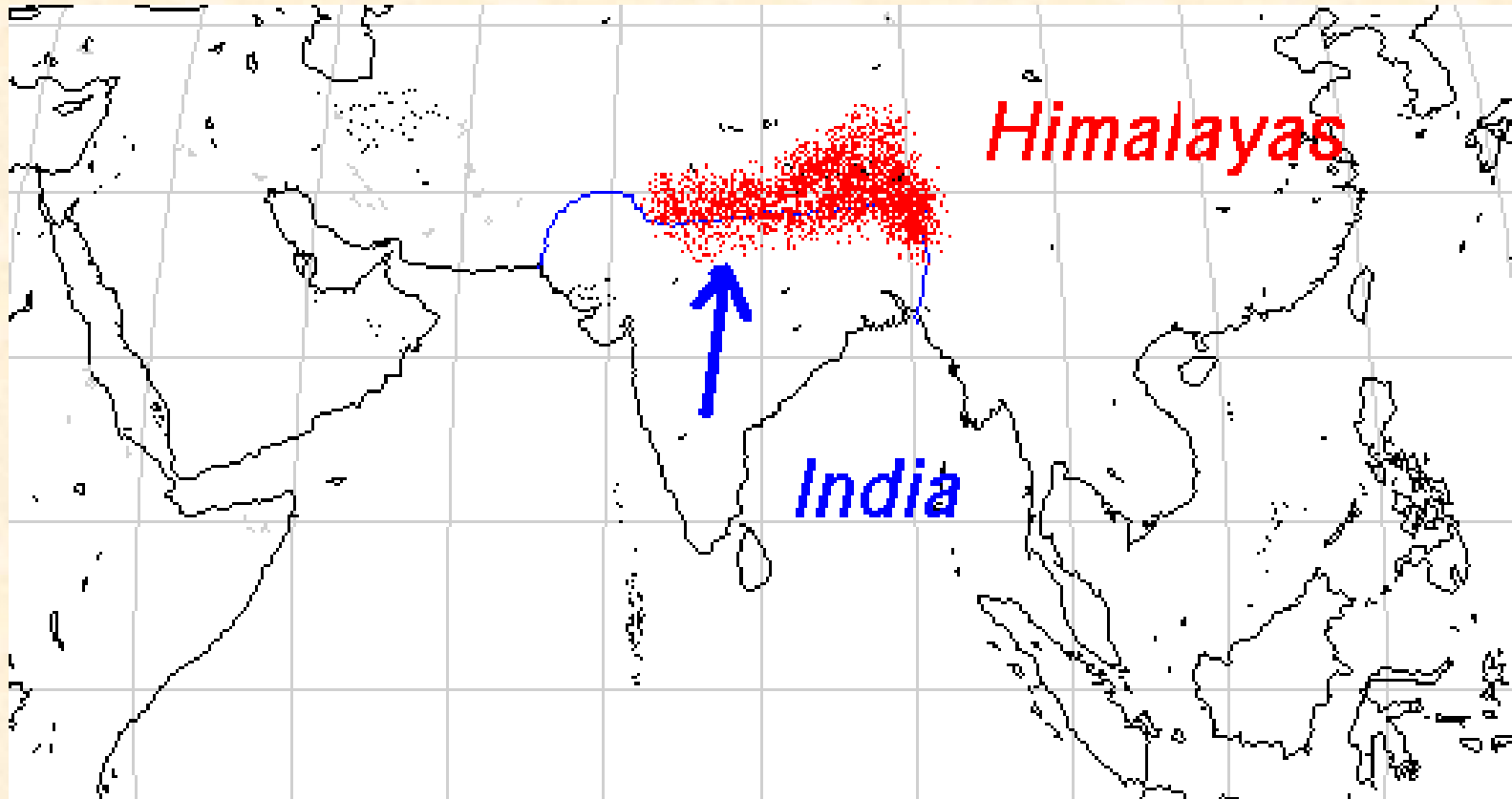
- Κατάδυση κάτω από ηπειρωτική λιθοσφαιρική πλάκα, γίνεται αφορμή σχηματισμού μίας σχεδόν ευθύγραμμης οροσειράς πάνω στην υπερκείμενη πλάκα, που είναι σχεδόν παράλληλα με την ζώνη κατάδυσης.
- Όποια λοιπόν οροσειρά σχηματίζεται με αυτόν τον τρόπο, ονομάζεται γενικά «οροσειρά τύπου Άνδεων».

Τι συμβαίνει όταν έχουμε σύγκρουση δύο ηπειρωτικών πλακών;
Το αποτέλεσμα μίας τέτοιας σύγκρουσης είναι η **ορογένεση**, δηλαδή η γένεση ενός βουνού. Με τον τρόπο αυτόν σχηματίστηκαν τα Ιμαλάϊα, με την σύγκρουση της Ασίας με την Ινδία η οποία κινήθηκε προς Βορρά εκδιώκοντας την θάλασσα της Τηθύος που υπήρχε ανάμεσά τους.

Η προς βορρά κίνηση της Ινδίας ξεκίνησε πριν 70 εκατομμύρια χρόνια



Στη σύγκρουση αυτή οφείλεται και η έντονη
σεισμικότητα στην ευρύτερη περιοχή των Ιμαλαΐων

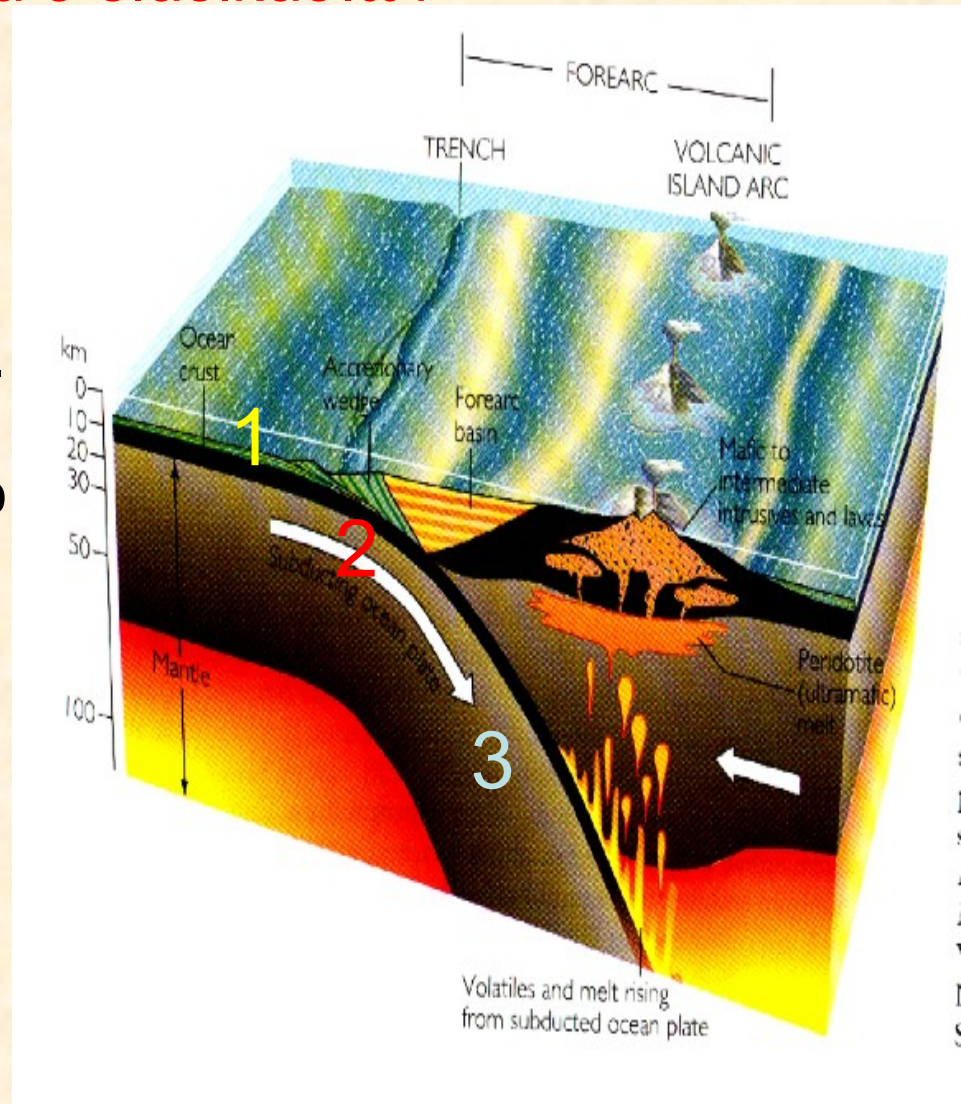


Η σημερινή κατάσταση στην ευρύτερη περιοχή.
Χαρακτηριστικό το πλατώ του Θιβέτ όπως
προβλέπει το μοντέλο σύγκρουσης 2 ηπείρων



Η σεισμική δραστηριότητα στη πλάκα που καταδύεται είναι αποτέλεσμα 3 διαδικασιών

- Στην περιοχή "1" οι σεισμοί γεννιούνται σαν αντίδραση στην κάμψη της λιθόσφαιρας καθώς αυτή αρχίζει να βυθίζεται. Η κύρτωση της πλάκας προς τα κάτω τεντώνει το πάνω μέρος της. Αυτό έχει σαν συνέπεια την δημιουργία κανονικών ρηγμάτων που συνδέονται με τους σεισμούς που συμβαίνουν σε αυτό το τμήμα.

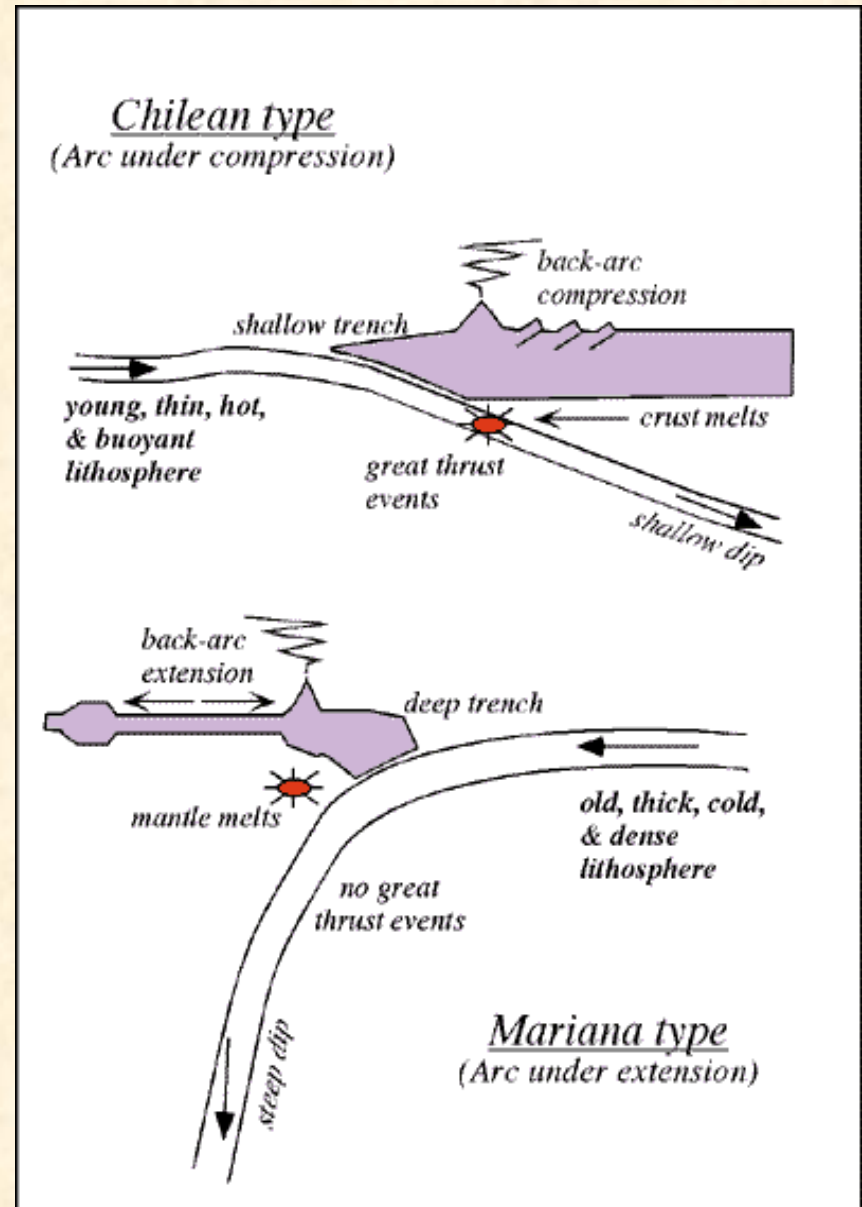


(συνέχεια)

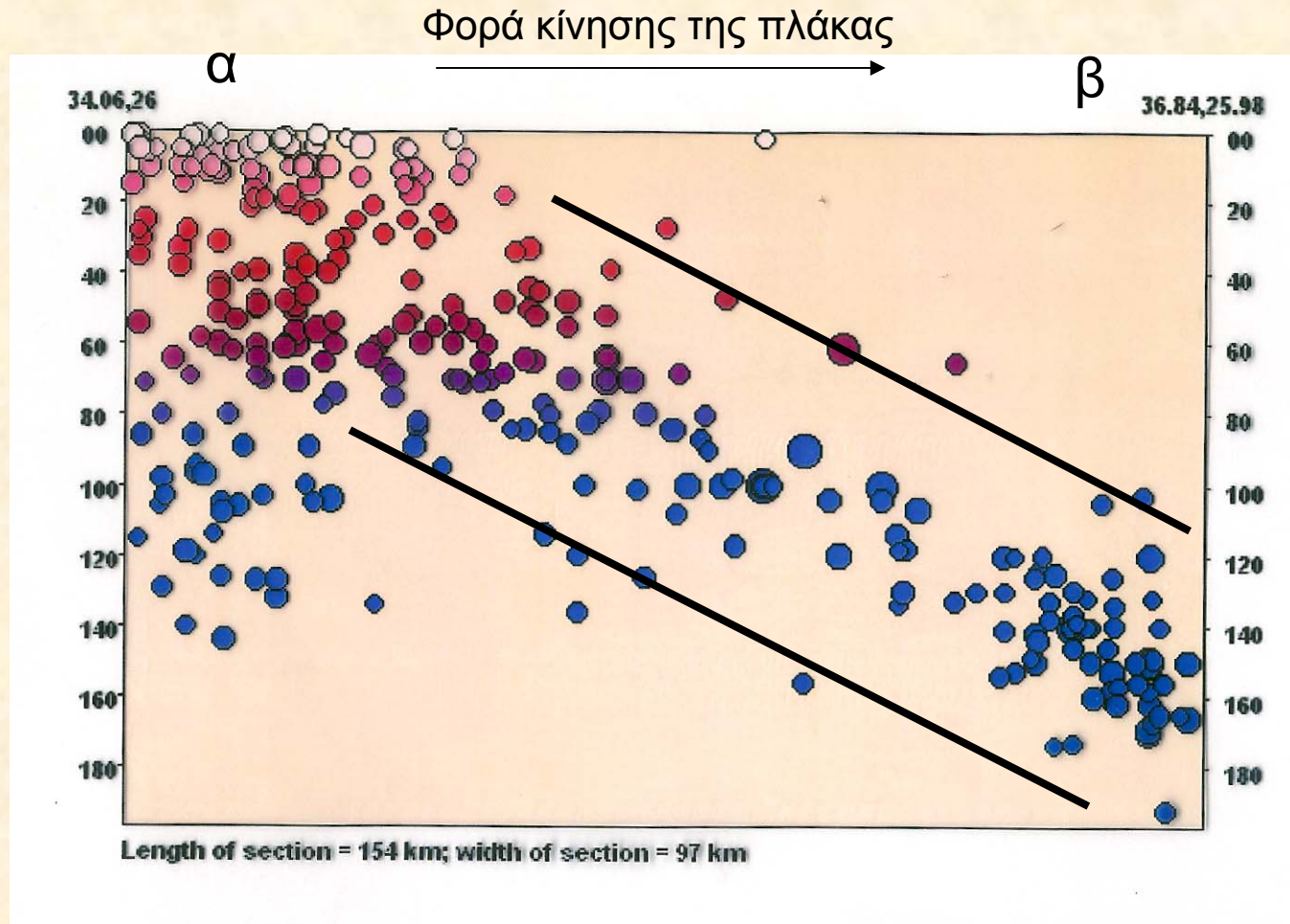
- Η περιοχή "2" δηλαδή η επαφή μεταξύ της βυθιζόμενης και της υπερκείμενης πλάκας, χαρακτηρίζεται από οριζόντιες συμπιεστικές δυνάμεις και οι σεισμοί εδώ γεννώνται πάνω σε ανάστροφα ρήγματα.
- Τέλος στην περιοχή "3" που είναι ουσιαστικά το βυθισμένο τμήμα της πλάκας, οι σεισμοί που γεννώνται συνδέονται με ανάστροφα ρήγματα. Αυτό συμβαίνει διότι η πλάκα καθώς βυθίζεται παράγεται στο πάνω μέρος της θερμότητα λόγω τριβής που λιώνει σε κάποιο βαθμό το υλικό. Αυτό έχει σαν συνέπεια η πυκνότητά του υλικού της πλάκας να ελαττώνεται και να τείνει να ανέβει σε σχέση με το τμήμα της πλάκας που βρίσκεται μακριά από την επιφάνεια αυτή.

(συνέχεια)

- Ανάλογα με τα τεκτονικά χαρακτηριστικά τους οι ζώνες κατάδυσης χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες που είναι: α) οι «τύπου Χιλής» και β) οι «τύπου Μαριάνες». Η κυριότερη διαφορά τους είναι η απουσία του νησιωτικού τόξου και της περιθωριακής θάλασσας από την πρώτη κατηγορία. Άλλες διαφορές που μπορούμε να επισημάνουμε είναι π.χ. στις «τύπου Χιλής» υπάρχει ομαλότερη (μικρότερη) η γωνία βύθισης της πλάκας, η έντονη ορογένεση και η ιζηματογένεση με ιζήματα που προέρχονται τόσο από την ήπειρο όσο και από την συγκλίνουσα λιθοσφαιρική πλάκα. Γίνονται μεγάλοι σεισμοί σε ανάστροφα ρήγματα.



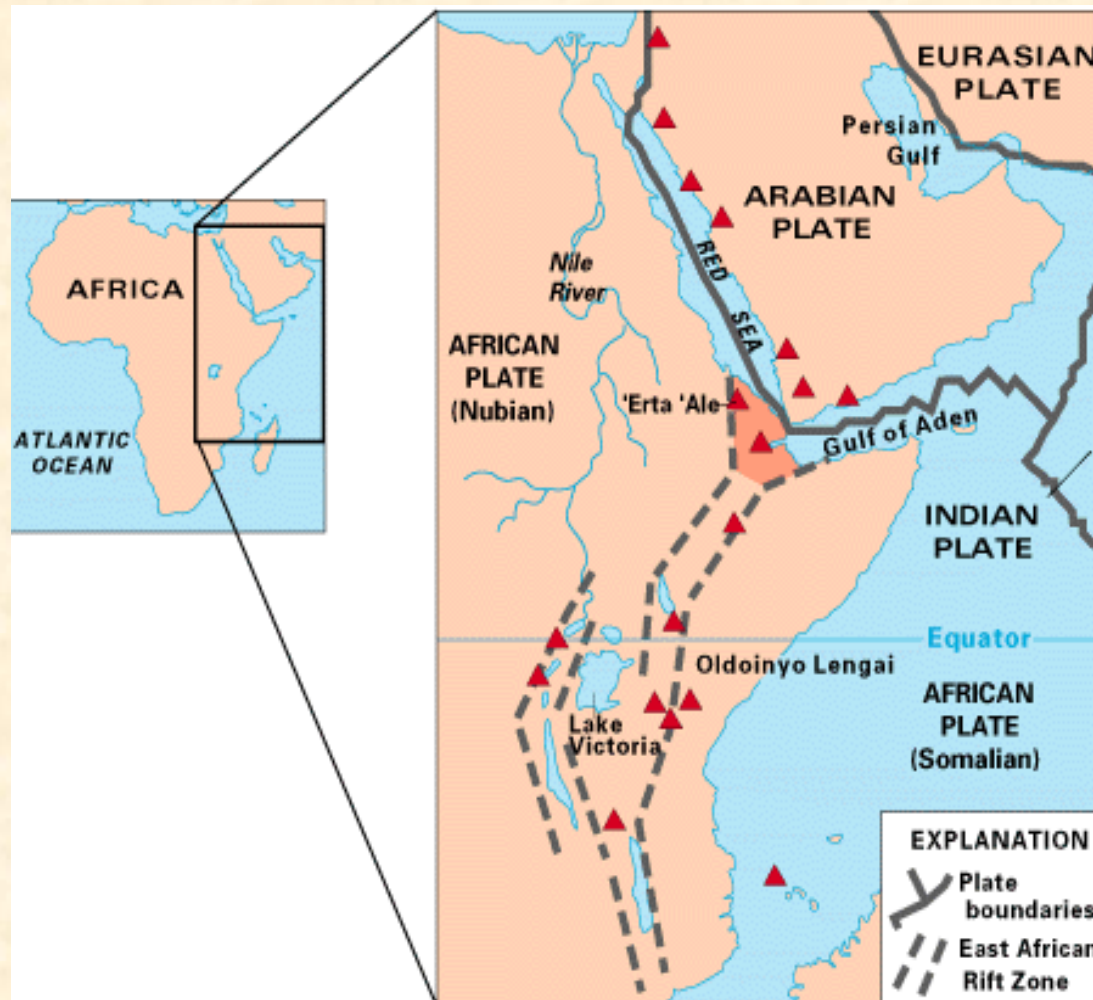
Στην χώρα μας παρατηρείται παρόμοιο φαινόμενο όπου η Αφρικανική λιθοσφαιρική πλάκα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική πλάκα (στην οποία ανήκει η Ελλάδα). Η Σύγκρουση των δύο πλακών γίνεται κοντά στην Κρήτη. Στο σχήμα βλέπουμε μία τομή της κατάδυσης της Αφρικανικής πλάκας όπου στο (α) βρίσκεται η Κρήτη και στο (β) το εσωτερικό μέρος του Αιγαίου.



ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΕΣ ΤΑΦΡΟΙ

- Σαν ηπειρωτικές τάφροι (continental rifts) θεωρούνται οι επιμήκεις καταπτώσεις όπου το ολικό πάχος της λιθόσφαιρας έχει παραμορφωθεί κάτω από την επίδραση εφελκυστικών δυνάμεων. Οι τάφροι αυτές είναι συνηθισμένες σε δομές όπου πάνω στην λιθόσφαιρα ασκούνται έντονες τάσεις, ενώ η αντίσταση αυτής είναι μικρή. Παράδειγμα ενεργών τάφρων έχουμε σήμερα στην ανατολική Αφρική, στην λίμνη Βαϊκάλη , κ.α. Χαρακτηριστικό είναι το γνωστό rift της Αιθιοπίας-Αφάρ για το οποίο πιστεύεται ότι είναι η δημιουργία ενός καινούργιου ορίου λιθοσφαιρικών πλακών.
- Οι τάφροι έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά, παρά το ότι σχηματίστηκαν η κάθε μία σε διαφορετικό τεκτονικό περιβάλλον. Έτσι συνήθως υπάρχουν σε αυτές πυριγενή πετρώματα. Αυτά είναι αλκαλικά, η αλκαλικότητά τους όμως ελαττώνεται με το χρόνο και με την απόσταση από τον άξονα της τάφρου. Έχουν βρεθεί όμως και τάφροι με λίγα ή καθόλου πυριγενή πετρώματα.

Διαρρήξεις στην ανατολική Αφρική. Μεσο-ωκεάνια ράχη διατρέχει το ανατολικό τμήμα της

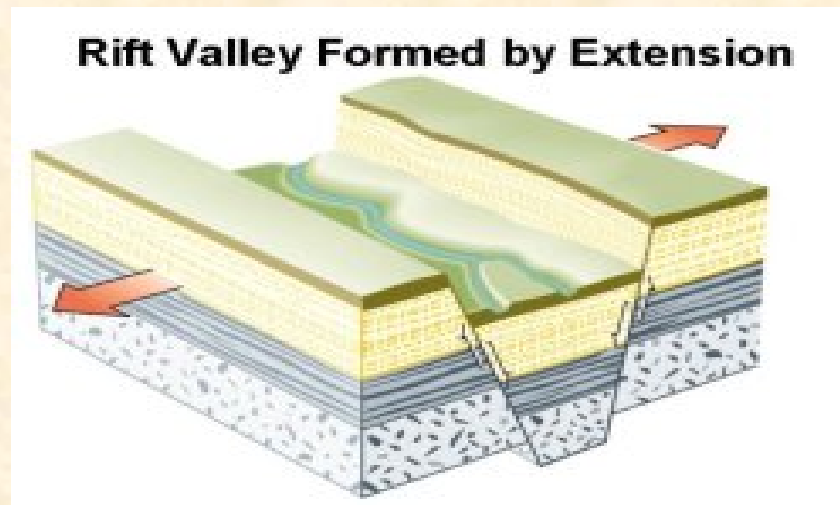


(συνέχεια)

- Οι ηπειρωτικές τάφροι ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους χωρίζονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:
- **α)** Οι προκαταρκτικές τεκτονικές διεργασίες κατά την θραύση της ηπείρου, εκεί που αργότερα θα δημιουργηθεί νέα θάλασσα, σχηματίζουν ένα σύστημα τάφρων, το οποίο και μας δείχνει το σημείο που άρχισε η θραύση. Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν οι τάφροι της ανατολικής Αφρικής.
- **β)** Αν η θραύση της ηπείρου δεν γίνεται από μία τάφρο αλλά από μία σειρά τέτοιων, σε μορφή τριπλού συνδέσμου (triple junction) τάφρος-τάφρος-τάφρος, μία από τις τάφρους αυτές δεν χρησιμοποιείται στην διάρρηξη. Αυτή η τάφρος παραμένει μέσα στην ήπειρο σαν «αποτυχημένη τάφρος» ή σαν αυλακογενές. Η ιζηματολογική ανάπτυξη του αυλακογενούς συνεχίζεται και μετά την διάρρηξη και μπορεί να επαναδραστηριοποιηθεί σε μεταγενέστερο στάδιο όταν τα ηπειρωτικά περιθώρια θα συμμετέχουν τελικά σε μία σύγκρουση της μορφής ήπειρος-ήπειρος.

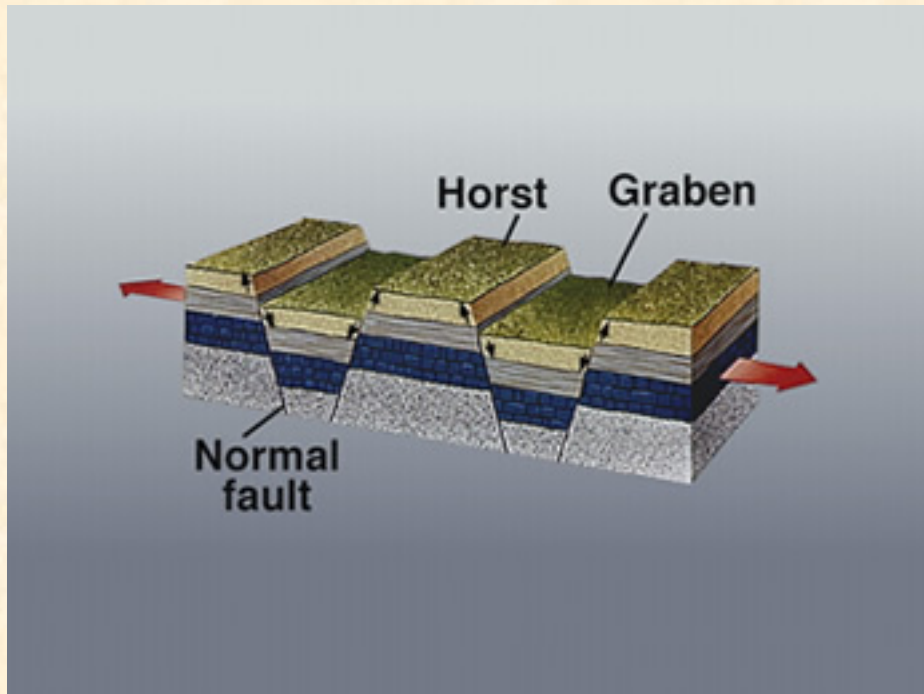
(συνέχεια)

- **γ)** Η σύγκρουση των ηπείρων επιβάλλει ένα τεκτονικό καθεστώς συμπιεστικών δυνάμεων, σε μεγάλη κλίμακα στην περιοχή των 2 αυτών ηπείρων. Σε περιοχές όμως που βρίσκονται σε αρκετή απόσταση από το σημείο επαφής, συναντώνται περιοχές κάτω από τεκτονικό καθεστώς εφελκυστικών δυνάμεων. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζονται σχετικά μικρές και απομονωμένες τεκτονικές τάφροι (rift valleys) όπως για παράδειγμα, οι τεκτονικές τάφροι της λίμνης της Βαϊκάλης και του Ρήνου που είναι συνέπεια ενδοηπειρωτικής παραμόρφωσης.



(συνέχεια)

- Η λιθόσφαιρα που βρίσκεται κάτω από τις τάφρους είναι γενικά λεπτή και αποτελείται από υλικά που έχουν χαμηλή πυκνότητα και ταχύτητα, αλλά υψηλή θερμοκρασία. Υπό αυτή την έννοια οι ηπειρωτικές τάφροι δείχνουν ομοιότητα με τις μεσο-ωκεάνιες ράχεις.
- Από μηχανισμούς γένεσης των σεισμών, γεωλογικές παρατηρήσεις και από την ερμηνεία βαρυτικών μετρήσεων και σεισμικών ανάκλασης, βρέθηκε ότι τα ρήγματα που περικλείουν τεκτονικές τάφρους είναι κανονικού τύπου. Επομένως οι ηπειρωτικές τάφροι δημιουργούνται σαν αποτέλεσμα εφελκυστικών συνάμεων.

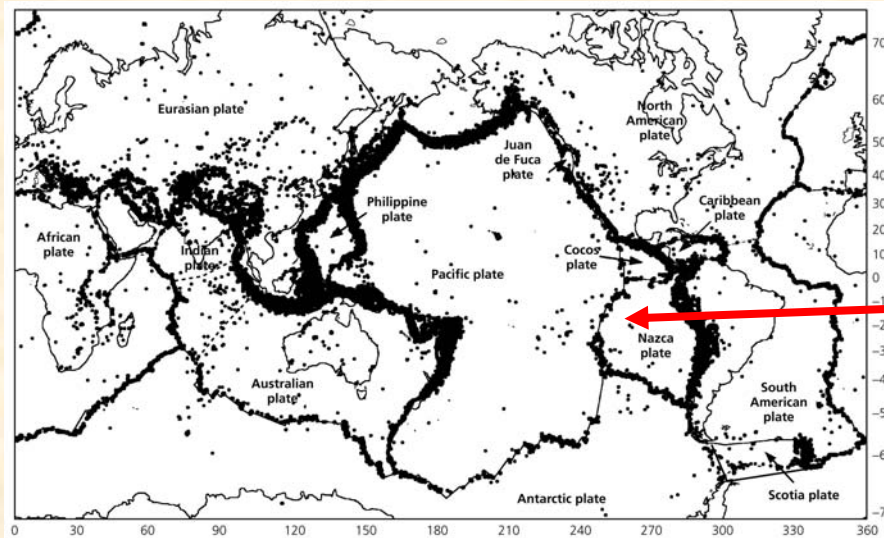


ΝΕΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

- Η συμβολή της σεισμολογίας στην ανάπτυξη της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής υπήρξε ουσιαστική. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε τις παρατηρήσεις του Sykes (1967) πάνω στους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών και στην κατανομή των επικέντρων στους ωκεανούς, με βάση τις οποίες στήριξε την υπόθεσή του ο Wilson (1965) για τα ρήγματα μετασχηματισμού. Οι B. Isacks, J Oliver and L.R. Sykes (1968) στην κλασσική τους εργασία «Seismology and New Global Tectonics» έγραψαν:
- « Υπάρχουν τόσο πολλά σπουδαία σεισμολογικά γεγονότα τα οποία είναι τόσο φανερά που απλώς τα δεχόμαστε, χωρίς να αναζητούμε την πηγή της γένεσής τους. Όλα αυτά εμπίπτουν στο πεδίο της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής» Σαν παράδειγμα αυτών των γεγονότων αναφέρονται, π.χ. η κατανομή των σεισμικών εστιών σε στενές ζώνες οι οποίες οριοθετούν τις λιθοσφαιρικές πλάκες.

Κατανομή των επικέντρων των σεισμών στη Γη και οριοθέτηση των λιθοσφαιρικών πλακών: α) επιφανειακοί σεισμοί και β) σεισμοί ενδιάμεσου βάθους και πλουτώνιοι

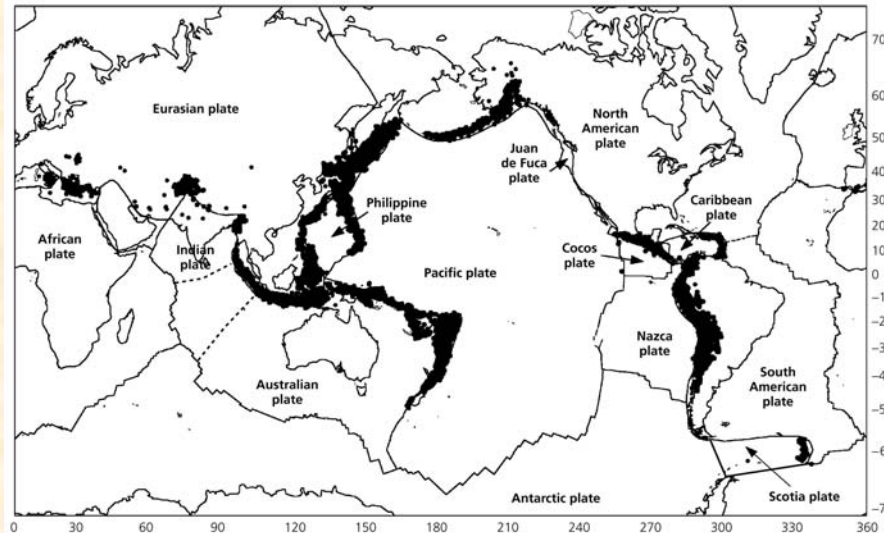
α)



Πλάκα Νάζκα



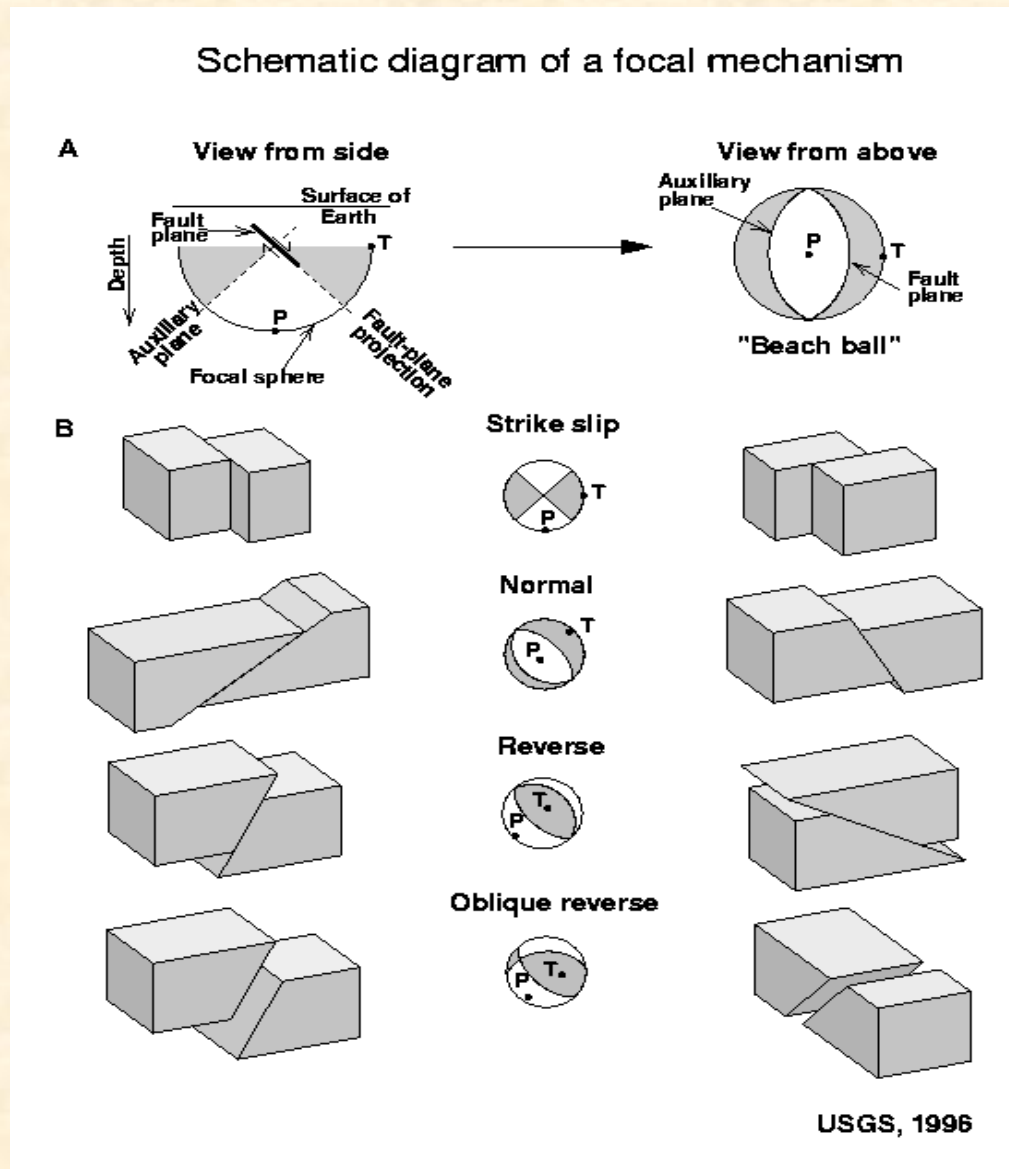
β)



(συνέχεια)

- Η σεισμολογία έδωσε χρήσιμες πληροφορίες για να ελεγχθεί η νέα θεωρία. Έτσι δόθηκαν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως, γιατί οι σεισμοί συμβαίνουν σε ορισμένες ζώνες, γιατί αυτές οι ζώνες φαίνονται συνεχόμενες σε παγκόσμια κλίμακα, γιατί διακλαδίζονται, γιατί οι σεισμοί ενδιαμέσου και μεγάλου βάθους γεννώνται στις περιοχές που συμβαίνουν και όχι αλλού, κτλ. Η ανάπτυξη του παγκοσμίου δικτύου σεισμογράφων έλαβε υπόψη την ύπαρξη ζωνών απόσβεσης των σεισμικών κυμάτων και αυτό είναι άμεση συνέπεια της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών.
- Χρήσιμες πληροφορίες για την τεκτονική δράση μίας περιοχής μπορούν να μας δώσουν οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών, οι οποίοι συνδέονται στενά με την κατανομή των σεισμών στο χρόνο, στο χώρο και με την τεκτονική της περιοχής στην οποία συμβαίνουν.

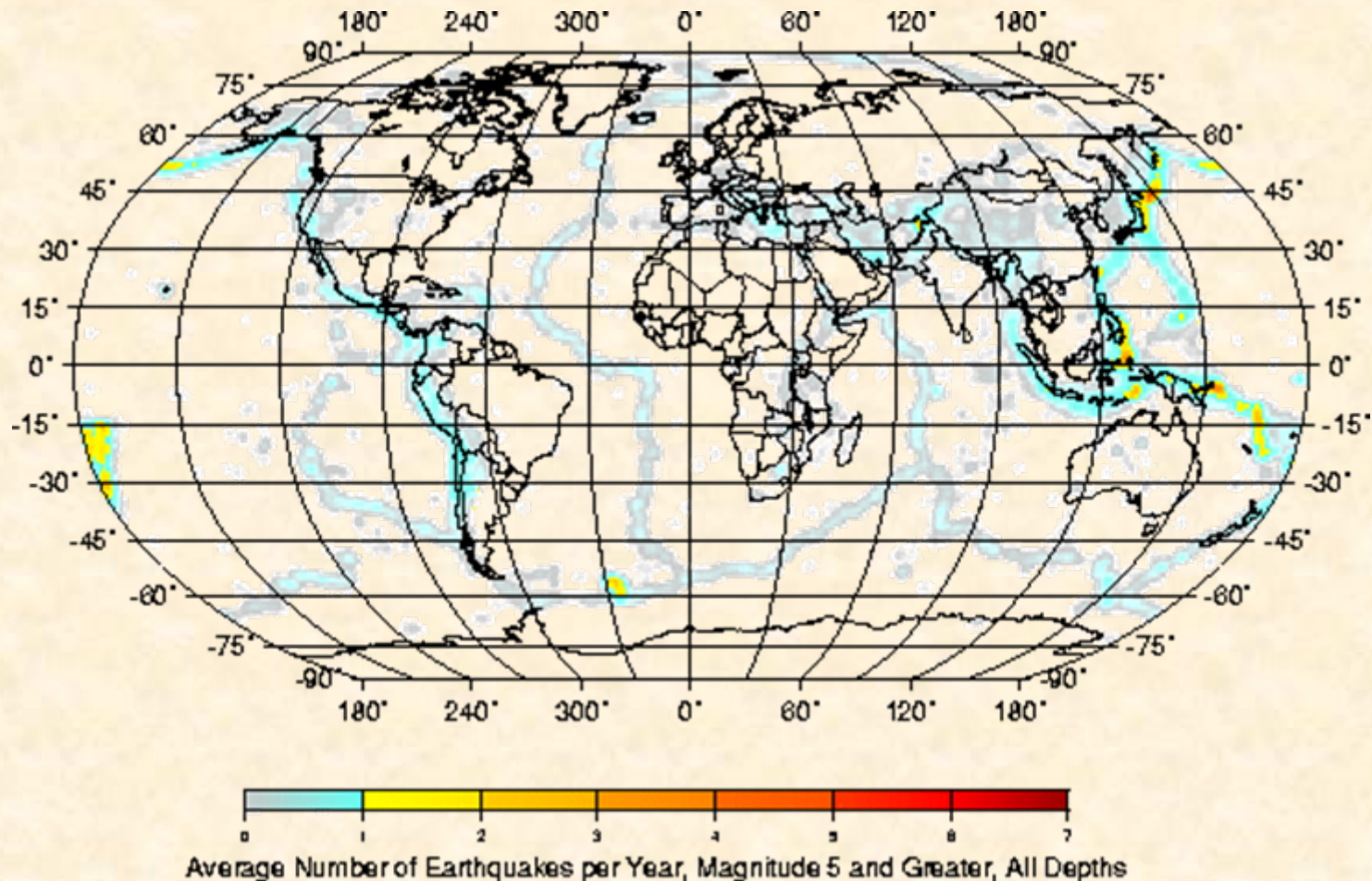
ΤΥΠΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΓΕΝΕΣΗΣ ΣΕΙΣΜΩΝ



(συνέχεια)

- Σίγουρα η πλέον εντυπωσιακή επίδραση της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής πάνω στη σεισμολογία ήταν ο τονισμός της σχέσης που υπήρχε μεταξύ της σεισμολογίας και διαφόρων κλάδων της γεωλογίας, π.χ. της τεκτονικής, της γεωμορφολογίας, της γεωθερμίας, κτλ., η στενή επίσης σύνδεση των ηφαιστείων που υπάρχουν σε ένα νησιωτικό τόξο και των σεισμών που συμβαίνουν στη περιοχή (σεισμοί βάθους).
- Η μεγάλη ανάπτυξη της θεωρίας και οι σύγχρονες τεχνολογίες έχουν δώσει απαντήσεις σε πολλά προβλήματα είτε σε παγκόσμια είτε σε τοπική κλίμακα (π.χ. συσχετισμός της σεισμικότητας δύο περιοχών που ανήκουν στην ίδια πλάκα ή σε διαφορετικές, συσχέτιση του βαθμού παραμόρφωσης της πλάκας με την πρόγνωση των σεισμών, κτλ.).
- Βλέπουμε επομένως πως η σεισμολογία συνέβαλλε στον έλεγχο της Νέας Παγκόσμιας Τεκτονικής και πως η νέα θεωρία έλυσε διάφορα προβλήματα σεισμολογικής φύσης.

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΝ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΠΑΝΩ ΣΤΗ ΓΗ ΓΙΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΕΙΣΜΩΝ $M \geq 5.0$ ΓΙΑ ΟΛΑ ΤΑ ΒΑΘΗ

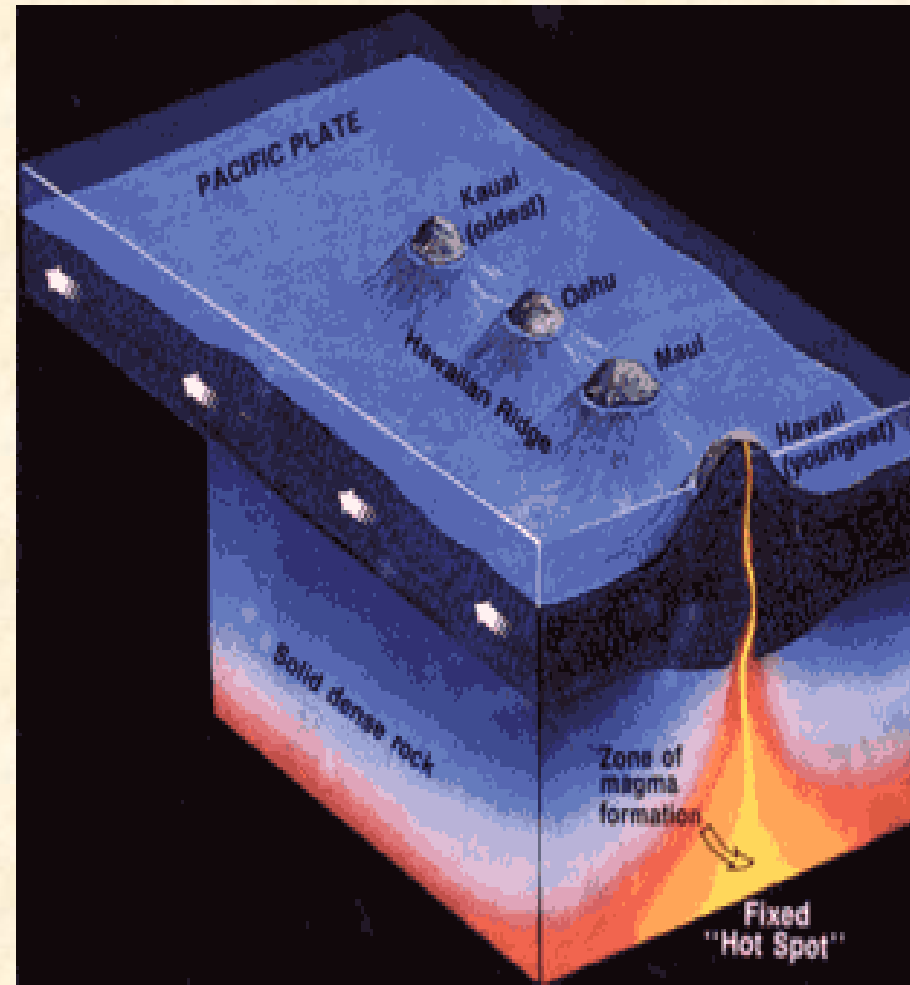


ΟΙ ΘΕΡΜΕΣ ΚΗΛΙΔΕΣ

- Όπως προαναφέραμε το μεγαλύτερο πλήθος ηφαιστειακών φαινόμενων παρατηρείται στα όρια των λιθοσφαικών πλακών (συγκλίνουσες και αποκλίνουσες πλάκες). Υπάρχουν όμως περιοχές της Γης όπως τα νησιά της Χαβάης που απέχουν απόσταση μεγαλύτερη από 3.000 Km από το πλησιέστερο λιθοσφαιρικό όριο. Τι συμβαίνει εκεί;
- Ο Wilson (1963) υποστήριξε ότι στην περιοχή δρα ηφαιστειότητα για πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα. Πώς όμως δρα μακριά από κάθε πηγή; Ο ίδιος διατύπωσε την άποψη ότι αυτό μπορεί να συμβεί αν στη περιοχή υπάρχουν σχετικά μικρές, μεγάλης διάρκειας και εξαιρετικά υψηλής θερμοκρασίας «σημεία» που τα ονόμασε «hot spots», τα οποία υπάρχουν κάτω από τις πλάκες και μπορούν να παρέχουν μία τοπική πηγή μεγάλης θερμικής ενέργειας που θα συντηρεί την ηφαιστειότητα.

(συνέχεια)

- Ο ίδιος συμπέρανε ότι η ευθύγραμμη σχεδόν διάταξη των νησιών της Χαβάης είναι αποτέλεσμα της κίνησης της Ειρηνικής πλάκας πάνω από μία σταθερή και σε βάθος ευρισκόμενη θερμή κηλίδα που είναι μέσα στον μανδύα και βρίσκεται στην σημερινή θέση του νησιού της Χαβάης. Η θερμότητα που παράγεται από την θερμή αυτή κηλίδα σχηματίζει μία συνεχή πηγή θερμότητας που λιώνει την Ειρηνική πλάκα που περνάει από πάνω της.



(συνέχεια)

- Το μάγμα που είναι ελαφρότερο από τα γειτονικά πετρώματα, ανεβαίνει προς τα πάνω και μέσω του μανδύα και του φλοιού αποτίθεται στον πυθμένα της θάλασσας σχηματίζοντας ένα ενεργό υποθαλάσσιο βουνό. Με την πάροδο του χρόνου διαδοχικές εκλύσεις μάγματος με τον τρόπο αυτό ανυψώνουν υποθαλάσσιο βουνό ώσπου αυτό μετατρέπεται σε ένα ηφαιστεικό νησί. Η συνεχής κίνηση της Ειρηνικής πλάκας παρασύρει μαζί στην κίνησή της το νησί και το αποκόπτει κάποια στιγμή από την πηγή τροφοδοσίας (θερμή κηλίδα). Δρώντας με τον ίδιο τρόπο σχηματίζεται νέο ηφαιστειακό νησί, συνεχίζοντας έτσι τον κύκλο.

