



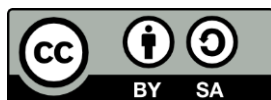
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

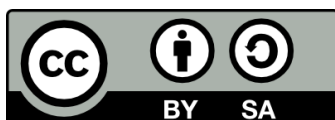
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



1 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

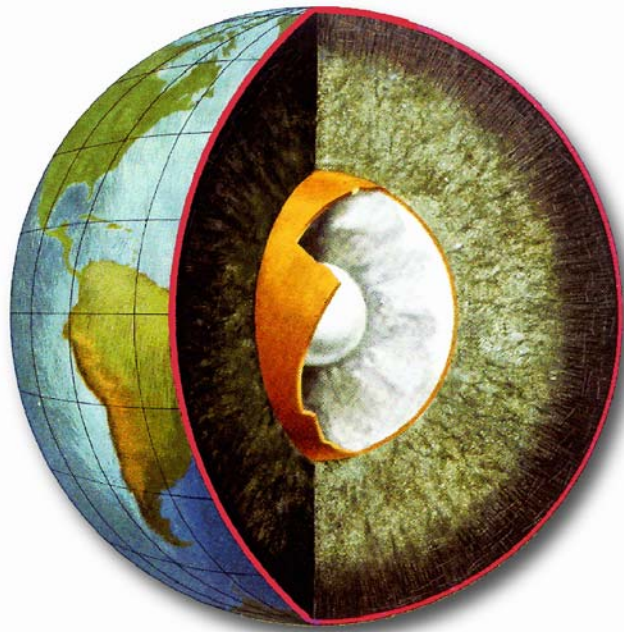
1.1 Στοιχεία για τη δομή της Γης

Η Γή, όπως φαίνεται από το διάστημα, είναι ένας μικρός μπλέ πλανήτης, κατακλυσμένος από νερό, ο οποίος περιβάλλεται από μία λεπτή ατμόσφαιρα στην οποία κυριαρχούν οι μορφές και τα σχήματα που δημιουργούν τα νέφη καθώς κινούνται.

Το εσωτερικό της γης αποτελείται από υλικά τα οποία είναι κατανεμημένα με βάση την πυκνότητά τους, σε σειρά αυξανόμενης πυκνότητας από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της τμήμα. Συγκεκριμένα, από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της μέρος η Γη αποτελείται από τον στερεό φλοιό, τον μανδύα και τον πυρήνα. Με βάση τις φυσικές τους ιδιότητες, τα υλικά που δομούν το εσωτερικό της Γης είναι η λιθόσφαιρα, η ασθενόσφαιρα, η μεσόσφαιρα, ο εξωτερικός πυρήνας και ο εσωτερικός πυρήνας.

1.2 Η εσωτερική δομή της Γης με βάση την χημική σύσταση

Το εξωτερικό τμήμα τη γης αποτελεί ο φλοιός, ο οποίος παρουσιάζει διαφορετική σύσταση σε περιοχές ηπείρων (στεριάς) από περιοχές ωκεανών. Ο ηπειρωτικός φλοιός παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο πάχος από ότι ο ωκεάνιος αλλά αποτελείται από «ελαφρύτερο» γρανιτικό υλικό από τον ωκεάνιο φλοιό που αποτελείται από βασαλτικό υλικό. Τα χημικά στοιχεία που κυριαρχούν είναι το πυρίτιο (Si) και αργίλιο (Al).



Το επόμενο προς το εσωτερικό της

Εικόνα 1-1 Δομή της Γης. Στερεός φλοιός, μανδύας (ασθενόσφαιρα & μεσόσφαιρα) και πυρήνας.

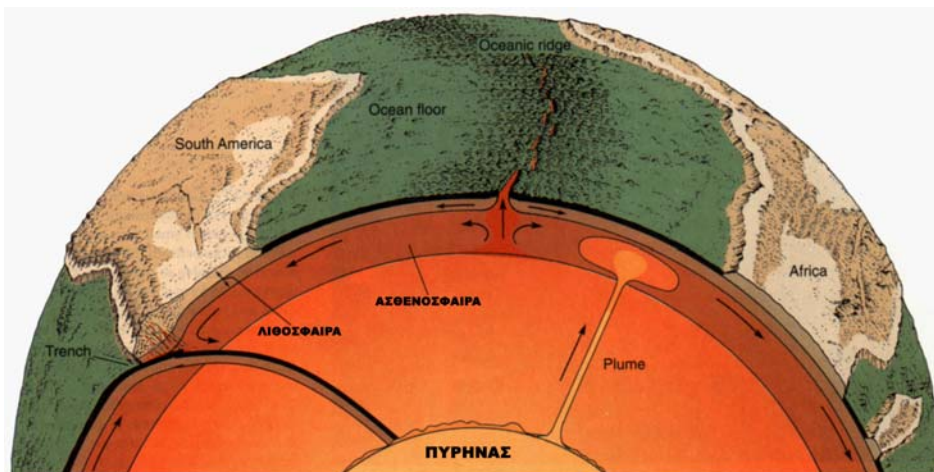
γης στρώμα, αποτελεί ο μανδύας, ο οποίος περιβάλλει τον πυρήνα. Ο μανδύας έχει πάχος 2900km περίπου και αποτελεί το 82% του όγκου και το 68% της μάζας της γης. Στον μανδύα επικρατούν τα στοιχεία πυρίτιο (Si) και μαγνήσιο (Mg).

Ο πυρήνας αποτελεί το εσωτερικό τμήμα της γης και έχει ακτίνα 3500km περίπου. Η πυκνότητά του αυξάνεται με το βάθος προς το εσωτερικό του και έχει μέση τιμή 10.8gcm^3 . Ο πυρήνας αποτελεί το 16% του όγκου της γης αλλά και το 32% του βάρους της. Στον πυρήνα επικρατούν τα στοιχεία νικέλιο (Ni) και σίδηρος (Fe).

1.3 Η εσωτερική δομή της Γης με βάση τις φυσικές ιδιότητες

Οι φυσικές ιδιότητες και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών καθορίζουν την τεχνική τους συμπεριφορά αλλά και την φυσική κατάστασή τους (εάν είναι υγρά ή στερεά).

Το στερεό εξωτερικό τμήμα της Γης αποτελεί η λιθόσφαιρα. Αυτή περιλαμβάνει τον στερεό φλοιό και ένα επιφανειακό τμήμα του μανδύα. Το πάχος της λιθόσφαιρας κυμαίνεται από 10km σε ωκεάνιες λεκάνες μέχρι 300km κάτω από ηπειρωτικές περιοχές.



Εικόνα 1-2 Σχηματική παράσταση της δομής του εσωτερικού της Γης.

Στο ανώτερο τμήμα του μανδύα υπάρχει μία ζώνη που λέγεται ασθενόσφαιρα. Η ζώνη αυτή είναι μία περιοχή υλικού με φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά. Στην περιοχή αυτή η θερμοκρασία είναι τέτοια που πλησιάζει ή βρίσκεται στο σημείο τήξης των περισσότερων υλικών. Έτσι το μεγαλύτερο μέρος της ασθενόσφαιρας αποτελείται από υλικό που έχει τακεί

(λιώσει). Το όριο μεταξύ λιθόσφαιρας / ασθενόσφαιρας οριοθετεί μία σημαντική μεταβολή στα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού αλλά όχι και στη χημική του σύσταση η οποία δεν μεταβάλλεται ουσιαστικά.

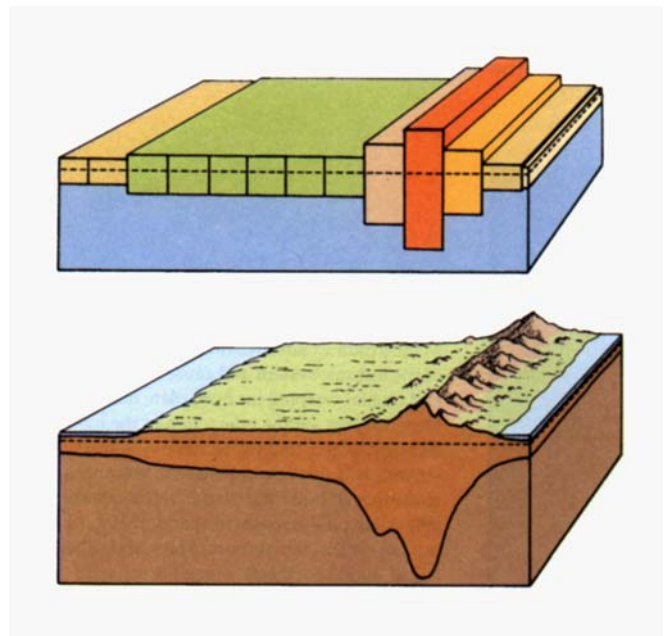
Κάτω από την ασθενόσφαιρα βρίσκεται η μεσόσφαιρα, που είναι και αυτή, μέρος του μανδύα. Η μεσόσφαιρα αποτελείται από πιο στερεό υλικό από ότι η ασθενόσφαιρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αυξημένη πίεση στο βάθος αυτό, η οποία εξισορροπεί ένα μέρος της επίδρασης της θερμοκρασίας.

Το όριο με τον πυρήνα της Γης, οριοθετεί μία σημαντική μεταβολή τόσο στη χημική σύσταση όσο και στα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού της. Με βάση τα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού του, ο μανδύας διακρίνεται σε δύο ζώνες, τον εσωτερικό με ακτίνα περί τα 1200km και τον εξωτερικό με ακτίνα 2270km περίπου. Η τεράστια θερμότητα του πυρήνα και η περιστροφή της Γης, προκαλούν ροή του υλικού του εξωτερικού πυρήνα. Το γεγονός αυτό θεωρείται ότι δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο της Γης.

1.4 Τεκτονική δομή του στερεού φλοιού - Θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών

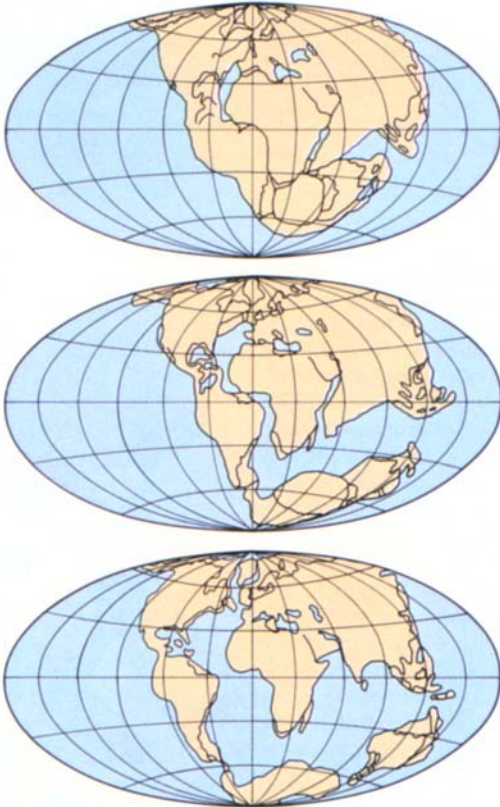
Ο στερεός φλοιός της Γής δεν είναι συνεχής αλλά χωρίζεται από συστήματα διαρρήξεων σε μεγάλα τμήματα. Τα τμήματα αυτά εξαιτίας του σχήματός τους (μικρό πάχος σε σχέση με το μήκος και το πλάτος), ονομάζονται λιθοσφαιρικές πλάκες. Η έκταση των πλακών είναι τόσο μεγάλη που οι πλάκες αυτές περιλαμβάνουν σε πολλές περιπτώσεις ολόκληρες ηπείρους.

Η άποψη αυτή υποστηρίχθηκε αρχικά από τον Antonio Pelegrini (1858) και στη



Εικόνα 1-4 Σχηματική παράσταση της θεωρίας της ισοστασίας. Ο στερεός φλοιός επιπλέει στην ασθενόσφαιρα, ενώ το πάχος του είναι μεγαλύτερο στις ηπείρους από ότι στους ωκεανούς.

συνέχεια από τον Alfred Wegener (1915). Η άποψη βασίστηκε σε γεωλογικά δεδομένα



Εικόνα 1-3 Στάδια μετακίνησης των ηπείρων σύμφωνα με την άποψη του Wegener (1912). “Αρχικά υπήρχε μόνο μία ήπειρος, η Πανγαία και μία θάλασσα, η Πανθάλασσα”.

περιοχών των διαφόρων ηπείρων. Μόνο όμως μετά το 1960, με την εξέλιξη των τεχνικών μέσων όταν έγινε δυνατή η χαρτογράφηση της επιφάνειας του βυθού των ωκεανών και η καταγραφή της μαγνήτισης των πετρωμάτων που τους αποτελούν, μπόρεσε να αποδειχθεί η θεωρία αυτή.

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες περιλαμβάνουν εκτός από τον φλοιό της Γης και τμήμα του ανώτερου μανδύα. Είναι άκαμπτες και “επιπλέον” επάνω στα στρώματα του μανδύα που είναι μηχανικά ασθενέστερα.

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες κινούνται σχετικά μεταξύ τους με ταχύτητα που δεν ξεπερνά τα λίγα εκατοστά στη διάρκεια του έτους. Η κίνηση αυτή οφείλεται στα ρεύματα μεταφοράς θερμότητας που αναπτύσσονται στο ρευστό

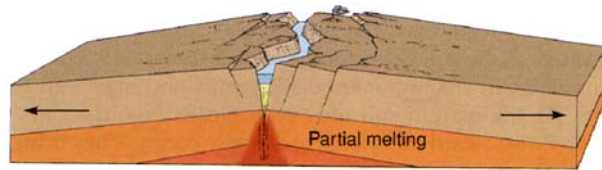
υλικό του μανδύα και μεταδίδεται μέσω της τριβής μεταξύ αυτού και των κατώτερων στρωμάτων του φλοιού.

Η σχετική αυτή κίνηση μπορεί να είναι συγκλίνουσα (όταν οι πλάκες πλησιάζουν η μία την άλλη), αποκλίνουσα (όταν απομακρύνονται μεταξύ τους) ή εφαπτομενική.

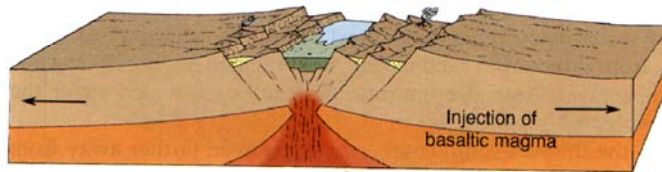
Κατά τη συγκλίνουσα κίνηση η μία πλάκα βυθίζεται κάτω από την άλλη. Στις θέσεις αυτές, ο γήινος φλοιός καταστρέφεται.

Κατά την αποκλίνουσα κίνηση, οι λιθοσφαιρικές πλάκες απομακρύνονται η μία από την άλλη και το κενό που σχηματίζεται καλύπτεται από μάγμα που ανεβαίνει από το μανδύα και στερεοποιείται λόγω ψύξης. Στις περιοχές αυτές δημιουργείται νέος φλοιός.

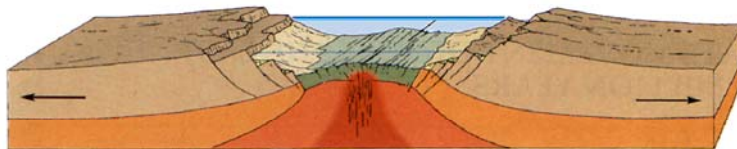
Κατά την εφάπτομενική κίνηση μεταξύ πλακών, οι πλάκες κινούνται οριζόντια και



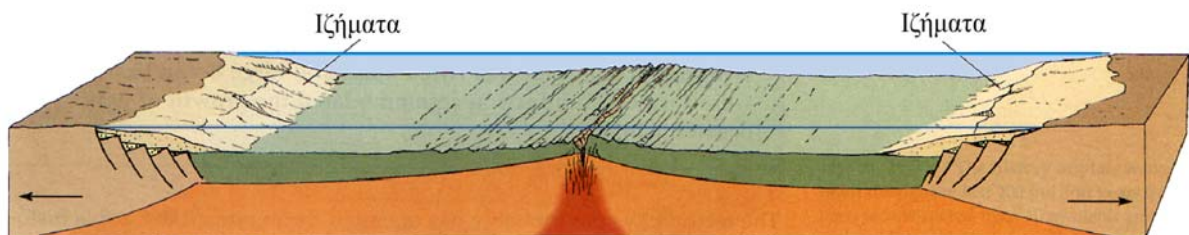
(Α) Η διάρρηξη του φλοιού και η αρχή απομάκρυνσης των λιθосφαιρικών πλακών γίνεται με διάτασή του λόγω εφελκυστικών τάσεων. Ο φλοιός ρηγματώνεται και τεμάχια του μετακινούνται. Με την εξέλιξη του φαινομένου δημιουργείται άνοιγμα που πλημμυρίζει από θαλάσσιο νερό. Μέσα στο άνοιγμα αποτίθενται διάφορα ιζήματα.



(Β) Οι λιθосφαιρικές πλάκες συνεχίζουν να απομακρύνονται η μία από την άλλη. Το βασάλτικο μάγμα του μανδύα βρίσκει διέξοδο και φθάνει στην επιφάνεια του βυθού για να στερεοποιηθεί σχηματίζοντας νέο φλοιό.



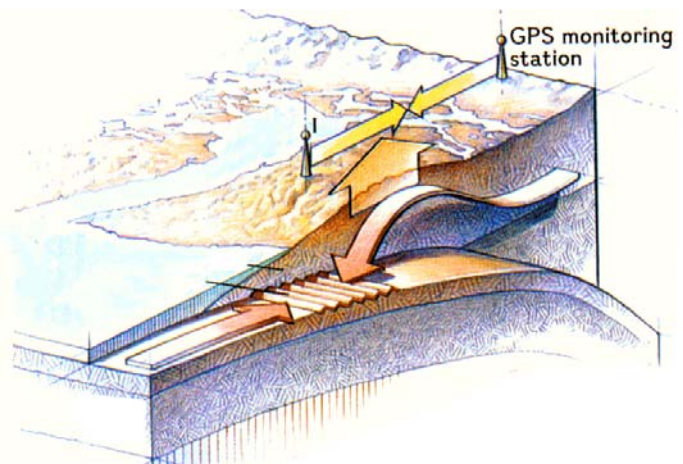
(Γ) Καθώς οι λιθосφαιρικές πλάκες συνεχίζουν να απομακρύνονται η μία από την άλλη, νέος ωκεάνιος φλοιός συνεχίζει να δημιουργείται σε έναν ωκεανό που συνεχώς διευρύνεται.



Εικόνα 1-5 Αποκλίνουσα κίνηση των λιθосφαιρικών πλακών και δημιουργία μεσοωκεάνιας ράχης.

εφάπτονται κατά μήκος ρηγμάτων, τα οποία στην πραγματικότητα είναι ζώνες διάτμησης. Κατά μήκος των ζωνών αυτών εμφανίζονται εστίες σεισμών μικρού μεγέθους, οι οποίοι προκαλούν όμως σημαντικές βλάβες όταν συμβαίνουν σε ηπειρωτικές περιοχές.

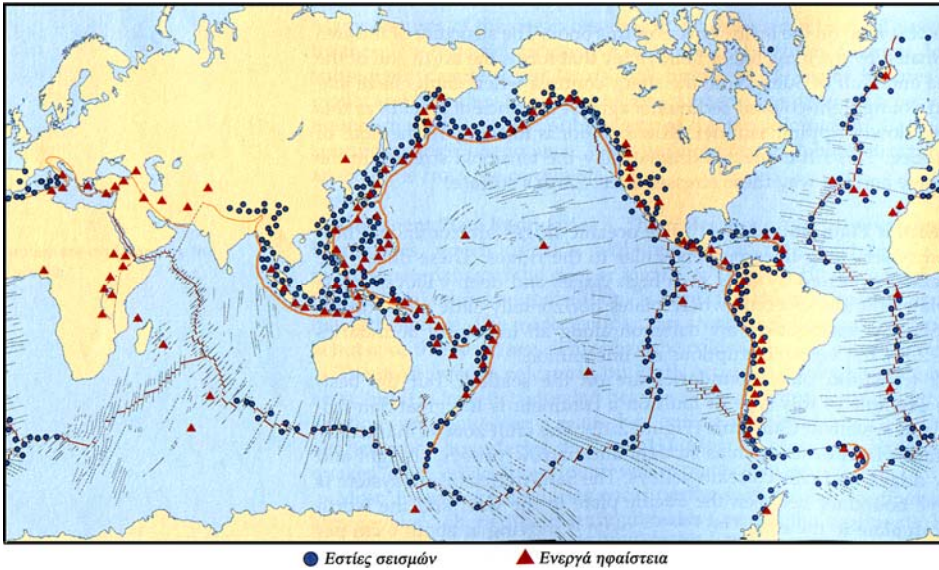
Κατά τη σύγκλιση των λιθосφαιρικών πλακών και στο σημείο επαφής τους, αναπτύσσονται τριβές και τάσεις οι οποίες κατανέμονται στο εσωτερικό τους. Αυτές οι τάσεις έχουν σαν συνέπεια την εμφάνιση παραμορφώσεων στους γεωλογικούς



Εικόνα 1-6 Πλαστικές παραμορφώσεις των γεωλογικών σχηματισμών και ορογέννεση.

σηματισμούς.

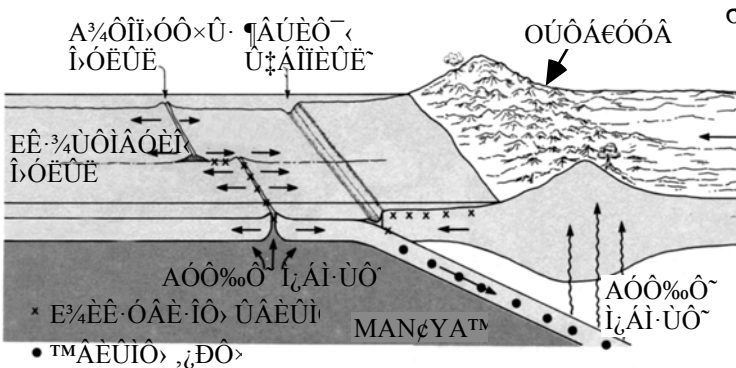
Οι πλαστικές παραμορφώσεις εκδηλώνονται με την πτύχωση των γεωλογικών στρωμάτων και τη σχετική ανόρθωση της επιφάνειας του φλοιού. Το φαινόμενο αυτό λέγεται ορογένεση και είναι το αίτιο δημιουργίας των μεγαλύτερων οροσειρών του πλανήτη (Ιμαλαΐα, Άνδεις, Άλπεις, Διναρίδες κ.λ.π).



Εικόνα 1-8 Σχέση μεταξύ της κατανομής των σεισμικών εστιών και των ενεργών ηφαιστέων στην επιφάνεια της Γης με τα όρια μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών.

Η συσσώρευση των τάσεων αυτών πέρα από το όριο της αντοχής των πετρωμάτων του φλοιού, έχει ως αποτέλεσμα τη θραύση τους και τη δημιουργία μικρών ή μεγάλων ασυνεχειών σε αυτά. Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη θραύση μεγάλων μαζών πετρωμάτων, δημιουργεί τους τεκτονικούς σεισμούς.

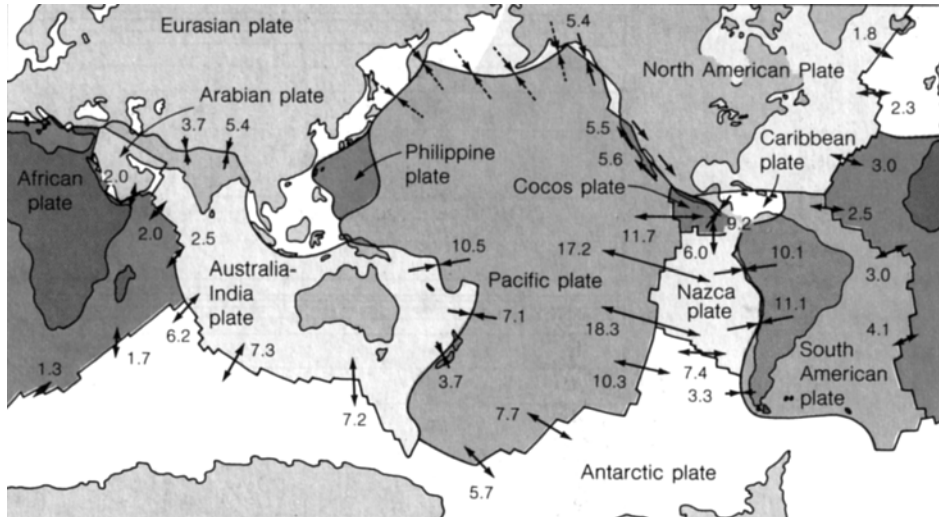
Η θραύση των πετρωμάτων και η δημιουργία μεγάλων ασυνεχειών (ρηγμάτων) δίνει τη δυνατότητα στο μάγμα να κινηθεί από το εσωτερικό του μανδύα προς την επιφάνεια του



στερεού φλοιού. Η άνοδος του μάγματος συνοδεύεται από μεταφορά θερμότητας προς το εξωτερικό τμήμα της Γης που εκδηλώνεται με την παρουσία «θερμών σημείων» (hot spots) κοντά στην επιφάνεια του

Εικόνα 1-7 Σχετικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών και σύνδρομα γεωδυναμικά φαινόμενα.

πλανήτη. Τα θερμά αυτά σημεία αποτελούν πιθανές περιοχές με ευνοϊκές συνθήκες για την εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας. Η παρουσία του μάγματος σε μικρό βάθος, εκδηλώνεται στην επιφάνεια του φλοιού με τη μορφή ηφαιστειότητας.



Εικόνα 1-9 Σχετική ταχύτητα σε cm/έτος και κατεύθυνση της κίνησης (βέλη) των λιθοσφαιρικών πλακών (D.P. McKenzie και F. Richter, Scientific American).